



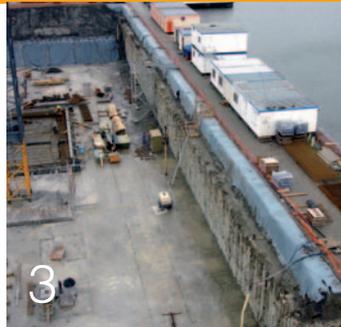
**Murs de soutènement** du type 'soil mix' (p. 3)

**Exsudations des bardages en cèdre** (p. 8)

**Stabilité des cloisons en verre** (p. 11)

**Le chauffage au bois** (p. 16)

**Nœuds constructifs** et niveau K (p. 18)



## SOMMAIRE SEPTEMBRE 2010

- 1 Nouvelle NIT [en ligne](#) !  
La construction, secteur [innovant](#) aussi
- 2 [Résistance](#) en compression de la [maçonnerie](#)
- 3 [Murs de soutènement](#) du type 'soil mix'
- 4 [Armatures collées](#) pour béton : développements récents
- 5 Prescrire un [béton projeté](#)
- 6 [Capacité thermique](#) des isolants et risque de [surchauffe](#)
- 7 [Toitures plates](#) fixées mécaniquement : vis et plaquettes de répartition
- 8 Exsudations des bardages en [cèdre](#)
- 10 Réception des [menuiseries en bois](#) : variations de teinte et décoloration
- 11 [Stabilité](#) des [cloisons](#) en verre
- 12 Des [enduits](#) pour une [climatisation](#) douce ?
- 13 Chapes : avec ou sans [joints de mouvement](#) ?
- 15 [Teneur en humidité](#) des chapes
- 16 Le [chauffage au bois](#)
- 17 [Coup de bélier](#) dans les conduites métalliques
- 18 [Nœuds constructifs](#) et niveau K
- 19 Guidance technologique '[ConstrucTic](#)'
- 20 [CALE](#) : précurseur de la [PEB](#)

*Le secteur de la construction n'épargne pas ses efforts pour trouver des solutions nouvelles aux problèmes qui se posent à lui. Des procédés existants sont sans cesse perfectionnés et de nouvelles techniques sont quotidiennement mises en œuvre sur les chantiers.*

**C**e n'est plus un secret pour personne : les publications du CSTC sont garantes d'un élargissement et d'une actualisation continus des informations mises à disposition. La Note d'information technique n° 238 'L'application de systèmes de peinture intumescente sur structures en acier' parue cet été en est l'exemple parfait. En effet, jusqu'à présent, aucun guide d'utilisation digne de ce nom n'était disponible en la matière. Cette nouvelle NIT est donc créée tout particulièrement aux différents aspects de la mise en œuvre de ces peintures.



La NIT 238, établie à la demande de la Confédération construction 'Peintres belges' et du Comité technique 'Peinture' du CSTC, traite des systèmes de peinture intumescente destinés à prolonger la stabilité au feu des structures

en acier. De tels systèmes peuvent être décrits comme des ensembles de couches de peinture appliquées successivement sur une surface en

acier. Ils sont le plus souvent constitués d'une peinture primaire, d'une peinture intumescente et, éventuellement, d'une peinture de protection et/ou de finition. Chaque type de peinture est mis en œuvre en une ou plusieurs couches.

Sous l'effet de la chaleur, ces peintures gonflent et forment ainsi une mousse qui protège du feu grâce à ses effets d'isolation thermique et de refroidissement. Ce tout récent code de bonne pratique vise à inciter le peintre (applicateur) à accorder toute l'attention nécessaire à l'application de tels systèmes de peinture.

Le chapitre 10 de la NIT traite en détails de la mise en œuvre de ces systèmes de peinture en atelier (c.-à-d. sur support neuf). On y aborde notamment la préparation de la surface, l'application de la couche primaire, de la peinture intumescente et des éventuelles couches de protection et/ou de finition. Dans certains cas, la préparation des profilés en acier et l'application de la couche primaire sont réalisés directement par le constructeur. Les profilés sont ensuite acheminés vers l'applicateur qui y posera, dans son atelier, la peinture intumescente et, éventuellement, les couches de protection et/ou de finition. Ces deux dernières

couches peuvent être également appliquées sur le chantier.

Le chapitre consacré au rôle des différents acteurs du projet n'est pas des moins essentiels. En effet, pour garantir une mise en œuvre optimale du système de peinture intumescente, il importe que les tâches et les responsabilités de tous les intéressés soient assignées de manière univoque. Par ailleurs, il va de soi que le transfert d'informations entre les différentes parties est crucial pour assurer le bon déroulement des travaux. ■



[www.cstc.be](http://www.cstc.be)

La NIT 238 peut être consultée via le site du CSTC (rubrique 'Publications', 'Notes d'information technique'). L'accès à ce document est gratuit pour les entrepreneurs membres du CSTC. Les autres professionnels de la construction bénéficient d'un tarif préférentiel. Cette publication est également disponible sur papier et peut être commandée auprès du service 'Publications' (par fax au 02/529.81.10 ou par e-mail : [publ@bbri.be](mailto:publ@bbri.be)).

**L**e secteur de la construction est encore trop souvent stigmatisé pour son manque d'innovation. Afin de démontrer que cette réputation n'est pas toujours justifiée, nous passons en revue dans cet article les innovations nominées aux ITM Industrie Awards.

✍ *J. Jacobs, ing., conseiller principal, D. Goffinet, ing., conseiller principal et R. Ciuch-Pilette, ir., conseiller, département 'Normalisation, spécifications et qualité de produits et de systèmes', CSTC*

Après le succès de l'édition 2009, le concours de la meilleure invention brevetée (*Best patented innovation award 2010*) a réuni cette année encore de nombreux participants. Seules les entreprises disposant d'un brevet déposé après 2002 pouvaient participer à la compétition. Après l'examen d'une trentaine de candidatures, quatre d'entre elles ont été retenues. Le trophée convoité a été attribué cette année à une huile pauvre en cholestérol destinée à

l'industrie alimentaire. La deuxième invention ayant décroché un prix est un procédé d'imprimerie écologique.

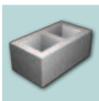
Les deux autres nominations ont été attribuées à des innovations dans le secteur du bâtiment. Une première société a été récompensée pour un système permettant un polissage ultraplats des sols. La machine mise au point permet d'égaliser les sols dans les entrepôts à rayonnages, de sorte que même les plus hauts chariots élévateurs puissent circuler entre les étagères sans risque de basculer. Son principe de fonctionnement repose sur un système hydraulique garantissant des surfaces plus planes en un temps record. Une deuxième entreprise a été récompensée pour son système de plaques légères préfabriquées. Ce procédé consiste à incorporer dans le béton des poches d'air en

polyéthylène recyclé, ce qui réduit non seulement le poids des plaques à transporter, mais également celui des plaques réalisées et ce, sans perte de résistance.

Ces deux exemples prouvent que le secteur de la construction n'épargne pas ses efforts pour trouver des solutions nouvelles aux problèmes qui se posent à lui. Des procédés existants sont sans cesse perfectionnés et de nouvelles techniques sont quotidiennement mises en œuvre sur les chantiers. Bon nombre de ces procédés se révèlent suffisamment performants que pour être protégés par un brevet. Les entreprises de construction souhaitant savoir si leurs procédés originaux donnent accès à un brevet peuvent adresser leurs questions à la Cellule Brevets du CSTC ([www.cstc.be/go/patent](http://www.cstc.be/go/patent) ou [brevet@bbri.be](mailto:brevet@bbri.be)). ■

## La construction, secteur innovant aussi

Ces dernières années, divers projets de recherche visant à mieux estimer les propriétés mécaniques de la maçonnerie portante ont été menés en Europe. Les projets de recherche du CSTC 'Maçonnerie collée' et 'Eurocode 6' ont permis d'établir les Annexes nationales belges de l'Eurocode 6. Nous examinons ci-dessous plus en détails la détermination et la formulation de la résistance en compression de la maçonnerie selon l'Eurocode 6 ainsi que les paramètres utilisés dans l'Annexe nationale.



↳ A. Smits, ir., chef de projet, laboratoire 'Matériaux de gros œuvre et de parachèvement', CSTC  
Y. Grégoire, ir.-arch., chef de division, division 'Matériaux', CSTC

Le terme 'Eurocodes' renvoie à la série de normes européennes NBN EN 199x relatives à la conception et au calcul des structures. Elles permettent de satisfaire aux exigences imposées par la Directive sur les produits de construction en matière de stabilité et de sécurité d'exploitation. L'Eurocode 6 est constitué de la série de normes NBN EN 1996-x consacrées aux maçonneries. Les normes promulguées ne peuvent être effectivement appliquées que lorsque leurs Annexes nationales (ANB) ont été publiées de façon officielle. La norme NBN EN 1996-1-1 fournit les règles générales pour les constructions en maçonnerie armée et non armée. Dès son annonce de parution au moniteur belge, la norme accompagnée de son Annexe nationale (NBN EN 1996-1-1 ANB) remplacera les prénormes NBN ENV 1996-1-1 et -1-3, leurs documents d'application nationale (DAN) et l'ancienne norme belge NBN EN 24-301.

L'Annexe nationale détermine des paramètres nationaux (PDN) pour les coefficients de sécurité (fonction des matériaux utilisés et des classes d'exécution) et les résistances à la compression, au cisaillement et à la flexion.

## 1 RÉSISTANCE EN COMPRESSION

La résistance à la compression caractéristique des maçonneries  $f_k$  (en  $N/mm^2$ , fractile de 5 %) peut être obtenue, d'après l'Eurocode 6, non seulement par l'exécution d'essais sur des murs selon la norme NBN EN 1052-1, mais également grâce à l'équation suivante :  $f_k = K f_b^\alpha f_m^\beta$

# Résistance en compression de la maçonnerie

où :

$K, \alpha, \beta$  : paramètres nationaux, fonctions du groupe <sup>(1)</sup> et du type de produit de maçonnerie (éléments en terre cuite, silico-calcaire, béton et béton cellulaire), du mortier (mortier-colle ou mortier pour applications courantes) et du remplissage de joint

$f_m$  : résistance à la compression moyenne du mortier selon la norme NBN EN 1015-11

$f_b$  : résistance à la compression moyenne normalisée des éléments de maçonnerie selon la norme NBN EN 772-1.

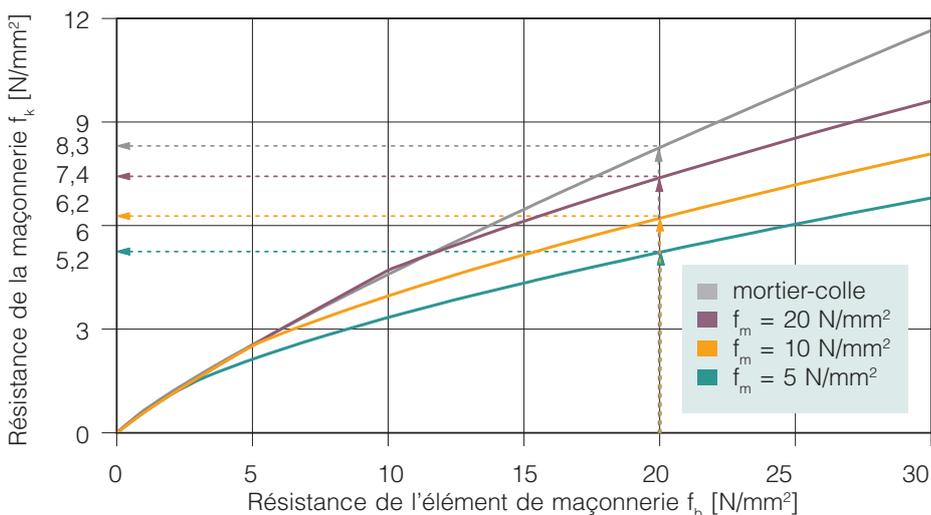
Pour déterminer la résistance à la compression des produits de maçonnerie ( $f_m$  et  $f_b$ ),

nous vous renvoyons à l'article paru dans le CSTC-Contact n° 24. Il ressort de la figure ci-dessous que le mortier exerce une influence moindre que l'élément de maçonnerie. Dans le cas d'une maçonnerie collée (d'une épaisseur  $\leq 3$  mm), le mortier n'exerce même plus aucune influence à cause de son épaisseur négligeable ( $\beta = 0$  donne  $f_m^\beta = 1$ ).

## 2 CAPACITÉ PORTANTE

La capacité portante d'une paroi de maçonnerie est déterminée, outre la résistance à la compression  $f_k$ , par les coefficients de sécurité, les charges, l'excentricité, l'élanement, ... <sup>(2)</sup> ■

**Résistance en compression de la maçonnerie  $f_k$ , fonction de la résistance en compression de l'élément  $f_b$  et du mortier utilisé (maçonnerie en béton du groupe 2).**



**Valeurs pour  $K, \alpha$  et  $\beta$  des groupes les plus courants selon l'Annexe nationale NBN EN 1996-1-1 ANB.**

Composants des éléments de maçonnerie		Mortier pour applications courantes			Mortier-colle (joint horizontal $\geq 0,5$ mm et $\leq 3$ mm)		
		K	$\alpha$	$\beta$	K	$\alpha$	$\beta$
Terre cuite	Groupe 2 (*)	$0,50 \times (\delta)^{-0,65}$	0,65	0,25	$0,50 \times (\delta)^{-0,80}$	0,80	0
Silico-calcaire	Groupe 1	0,60	0,65	0,25	0,80	0,85	0
Béton	Groupe 2	0,50	0,65	0,25	0,65	0,85	0
B. cellulaire	Groupe 1	0,60	0,65	0,25	0,80	0,85	0

(\*)  $\delta$  est le facteur de norme tel que défini dans la norme NBN EN 772-1.

<sup>(1)</sup> Le groupe, mentionné dans les fiches techniques du fabricant, dépend du pourcentage et de l'orientation des perforations ainsi que des épaisseurs de la cloison interne et de la paroi extérieure. Tandis que le groupe 1 englobe tous les éléments dénués de perforations, les groupes 2 et 3 reprennent, par ordre croissant, ceux munis de perforations verticales et le groupe 4 ceux munis de perforations horizontales. Pour la définition complète des groupes, veuillez consulter l'Eurocode 6.

<sup>(2)</sup> Pour des exemples de calcul, nous renvoyons à 'Eurocodes 2010-2011. Module 4 – Session 6 : Calcul des ouvrages en maçonnerie' publié le 16 juin 2010 par la FABI en collaboration avec le CSTC.

**T**raditionnellement utilisés dans notre pays pour la réalisation d'ouvrages de soutènement, les rideaux de palplanches, les rideaux de pieux et autres parois berlinoises se voient, depuis le début des années 2000, ravir une part du marché par la technique dite des parois du type 'soil mix'.



✉ P. Ganne, dr. ir., chef de projet, laboratoire 'Géotechnique et monitoring', CSTC  
 N. Huybrechts, ir., chef de la division 'Géotechnique', CSTC  
 F. De Cock, ir., Geotechnical Expert Office, Geo.be  
 B. Lameire, ing., Association belge des entrepreneurs de fondation (ABEF)  
 J. Maertens, prof. ir., K.U.Leuven

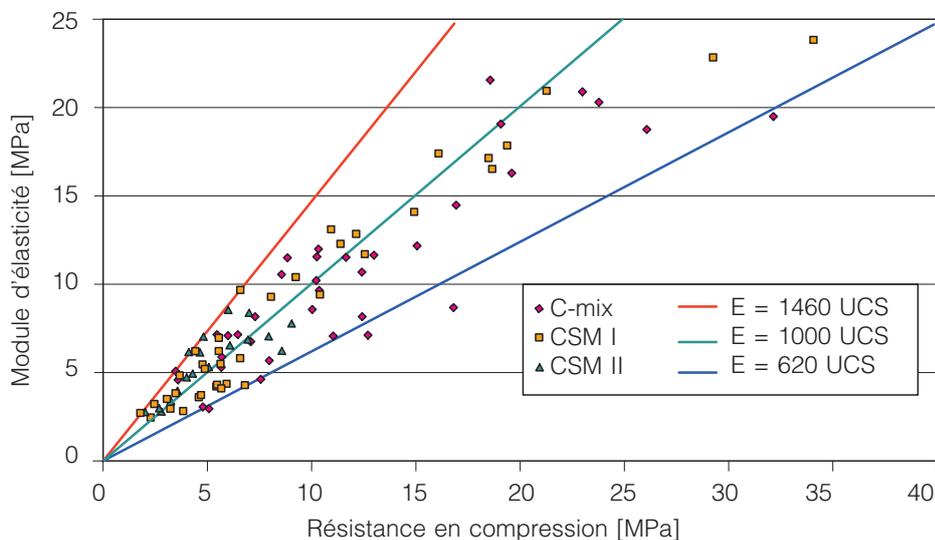
La technique des parois du type 'soil mix' consiste à malaxer le sol en place avec un liant à base de ciment en vue de constituer un soutènement qui, selon le système utilisé, peut prendre la forme de colonnes cylindriques ou de panneaux parallélépipédiques. Ces colonnes ou ces panneaux sont juxtaposés, mais également intersectés (cf. figure 1) de manière à former un rideau parfaitement continu. Avant durcissement, le 'soil mix' est lardé de profilés d'acier en H ou en I destinés à reprendre les contraintes de cisaillement et de flexion agissant sur l'ouvrage de soutènement.

Les principaux paramètres susceptibles d'in-



**Fig. 1** Mur de soutènement en sol traité.

# Murs de soutènement du type 'soil mix'



**Fig. 2** Comparaison entre le module d'élasticité et la résistance en compression de cylindres de 'soil mix' selon le procédé d'exécution.

fluer sur la réalisation sont notamment la résistance en compression et le module d'élasticité du 'soil mix' considérés lors de la conception de l'ouvrage. Dans le cadre d'une recherche prénormative concernant les techniques de soutènement, menée avec le soutien financier du SPF Economie et du Bureau de normalisation, quelque 950 essais de compression et une centaine d'essais d'élasticité ont été réalisés sur des cylindres de 'soil mix' prélevés *in situ*. La procédure expérimentale établie et validée à cet effet prévoyait les étapes suivantes :

- essais de compression (selon la norme NBN EN 206-1) sur des cylindres de 'soil mix' présentant un rapport 'hauteur/diamètre' égal à 1
- exclusion des résultats d'essais de compression obtenus sur des échantillons comportant des inclusions de terre d'une taille supérieure à 1/6<sup>e</sup> du diamètre, à condition que ce rejet ne porte pas sur plus de 15 % d'échantillons
- détermination du module d'élasticité statique (selon la norme NBN B 15-203) sur des cylindres de 'soil mix' présentant un rapport 'hauteur/diamètre' égal à 2
- calcul du module d'élasticité sur la base de la déformation mesurée au cours d'une mise en charge cyclique de l'échantillon (module d'élasticité sécant).

Les essais de laboratoire ainsi réalisés ont fait apparaître que :

- la résistance en compression du 'soil mix' présente une forte dispersion, même lorsque les échantillons ont été prélevés dans la

même paroi

- cette résistance, de l'ordre de 3 à 35 MPa, est fonction du type de sol
- pour déterminer la résistance caractéristique en compression, il est préférable d'opter pour une distribution lognormale des valeurs individuelles plutôt que pour une distribution gaussienne
- le module d'élasticité du 'soil mix' est environ 620 à 1460 fois supérieur à sa résistance en compression (cf. figure 2).

Le besoin d'une méthode de calcul mécanique appropriée aux ouvrages en 'soil mix' qui tienne compte de l'hétérogénéité du sol et des inclusions de terre demeure cependant entier. C'est la raison pour laquelle le CSTC a mis sur pied fin 2009 un programme de recherche complémentaire consacré aux aspects suivants :

- détermination de la résistance en compression des ouvrages en 'soil mix' compte tenu de l'influence des inclusions de terre
- étude de l'adhérence entre 'soil mix' et armatures d'acier
- évaluation de la durabilité du 'soil mix'
- examen de la perméabilité du matériau. ■

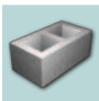


[www.cstc.be](http://www.cstc.be)

LES DOSSIERS DU CSTC N° 3/2010

La version intégrale de cet article est téléchargeable sur notre site Internet.

**C**ouramment utilisée pour renforcer des structures existantes en béton, la technique classique de l'armature collée consiste à fixer des tôles d'acier ou des éléments renforcés de fibres de carbone ( *fibre reinforced polymers, FRP*) sur une surface de béton à l'aide d'une colle époxyde adéquate. Nous évoquons ci-après les récents développements en la matière.



➤ F. Van Rickstal, dr. ir., chef de projet, laboratoire 'Structures', CSTC  
B. Dooms, ir., chef de projet, laboratoire 'Technologie du béton', CSTC  
W. Figeys, dr. ir., K.U.Leuven  
B. Debbaut, ing., UGent

## 1 ARMATURES COLLÉES PRÈS DE LA SURFACE

Cette technique, connue sous l'appellation anglaise de *near surface mounted systems* (NSM), consiste à creuser des rainures dans le béton et à y coller, à l'aide d'une colle epoxy visqueuse, des armatures complémentaires sous forme de bandes ou de tiges en acier ou en fibres composites (cf. figure). Quasiment noyées dans le béton, ces armatures sont mieux protégées à la fois contre d'éventuels dommages mécaniques et contre l'incendie.

## 2 POLYMÈRES RENFORCÉS DE FILS D'ACIER

Ce système (*steel cord reinforced polymers – SCRP*) est composé de fins fils ou câbles en acier de haute qualité, assemblés au moyen de fils synthétiques pour former un tissu unidirectionnel et imprégnés sur place d'une résine époxyde.

Offrant de nombreux avantages en matière de précontrainte et d'ancrage mécanique, le système présente en outre une bonne résistance contre les dégâts mécaniques potentiels.

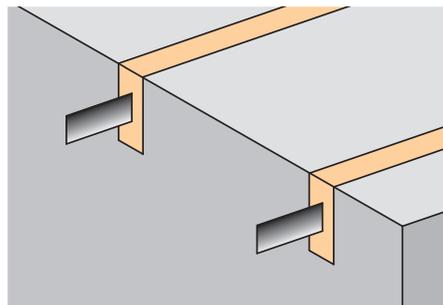
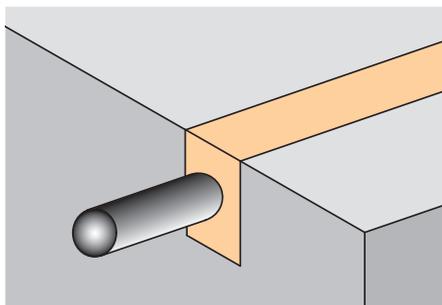
## 3 COMPOSITES DE FIBRES MULTIDIRECTIONNELLES

Ce vocable (mFRP en anglais) désigne des éléments composites dans lesquels les fibres sont disposées dans plusieurs directions.

Contrairement aux composites de fibres unidirectionnelles, ces matériaux, de par leurs qualités isotropes, permettent un ancrage mécanique par boulonnage.

# Armatures collées pour béton : développements récents

Représentation d'une *armature collée près de la surface* avec tiges (à gauche) et avec bandes (à droite).



## 4 MORTIERS RENFORCÉS DE TEXTILE

Ces systèmes (*textile reinforced mortars – TRM*) combinent un textile industriel sous forme de tissu à mailles ouvertes, avec un mortier spécifique, à base de ciment. Le renforcement est moins élevé qu'avec un matériau traditionnel à base de liant époxydique, mais il présente néanmoins une meilleure tenue au feu et se prête en outre parfaitement au gainage des colonnes.

## 5 PRÉCONTRAINTE PAR ARMATURES POSTTENDUES

Il peut se révéler intéressant, dans certains cas, d'utiliser les renforts extérieurs (fibres composites, polymères renforcés de fils d'acier) comme armatures de précontrainte en les liaisonnant à la surface du béton par posttension.

L'adhérence au béton exige néanmoins le recours à des moyens mécaniques. La précontrainte des fibres améliore leur efficacité en ce sens qu'elle permet d'obtenir le même niveau de renforcement que des systèmes non postcontraints, mais avec moins de matériaux.

## 6 SANGLES DE RENFORCEMENT

Le cintrage des laminés préfabriqués d'épaisseur courante ( $\pm 1$  mm) sur un faible rayon de courbure n'est pas simple à réaliser et donne généralement lieu à des concentrations de contraintes aux points de pliage. La technique

de renforcement par sangles permet de remédier au problème grâce à des laminés minces à matrice de type thermoplastique que l'on enroule en plusieurs couches autour de l'élément à renforcer sans adhérence mutuelle. Celle-ci est obtenue ultérieurement par chauffage des éléments.

## 7 CONCLUSION

La technique des armatures collées a démontré son efficacité pour le renforcement des structures en béton. Bien que le procédé ne soit pas nouveau et qu'il connaisse de multiples applications, les développements récents dont il a fait l'objet ont parfois du mal à percer sur le marché de la rénovation.

La Guidance technologique 'Nouvelle génération d'armatures collées pour béton' mise sur pied par le CSTC, le laboratoire Reynjtjens de la K.U.Leuven et le laboratoire Magnel de l'Université de Gand, vise à promouvoir ces techniques nouvelles par des actions de sensibilisation et d'information. Ce projet bénéficie du soutien financier de la Région flamande et du concours de la FEREB et d'Infobeton.be. ■



[www.cstc.be](http://www.cstc.be)  
LES DOSSIERS DU CSTC n° 3/2010

La version intégrale de cet article est téléchargeable sur notre site Internet.

**D**epuis 2005, les bétons projetés peuvent être prescrits suivant les spécifications de la norme NBN EN 14487-1. Dans ce cas, le bon de commande doit spécifier un certain nombre de données décrites ci-après.



↳ V. Pollet, ir., chef adjoint du département 'Matériaux, technologie et enveloppe', CSTC

J. Piérard, ir., chef adjoint du laboratoire 'Technologie du béton', CSTC

La majorité des cahiers des charges spécifient le béton projeté sur la base :

- d'une teneur minimale en ciment (souvent 350 kg/m<sup>3</sup> en cas de projection par voie sèche et 375 kg/m<sup>3</sup> en cas de projection par voie humide)
- de la résistance en compression à 14 et à 28 jours (min. 30 ou 45 N/mm<sup>2</sup> suivant l'usage)
- de l'adhérence à 14 et à 28 jours (1,5 ou 2 N/mm<sup>2</sup> suivant l'usage).

Toutefois, depuis 2005, la norme NBN EN 14487-1 'Béton projeté. Partie 1 : définitions, spécifications et conformité' devrait idéalement servir de référence pour la spécification de ces bétons.

Selon ce document, le bon de commande d'un béton 'à performances spécifiées' doit mentionner – outre la référence à la norme en question – la classe de consistance (A), la classe de résistance à la compression (B), la ou les classes d'environnement (C), la classe de teneur en chlorures (D), la catégorie d'inspection (E), la dimension des granulats (F), la résistance résiduelle ou la capacité d'absorption d'énergie dans le cas d'un béton renforcé de fibres (G) et éventuellement des exigences complémentaires (H).

Ainsi, un béton projeté par voie humide, destiné à la réparation d'un tunnel pourrait être spécifié comme suit : béton projeté S1, C35/45, EE4, Cl 0,40, catégorie d'inspection 3 (tunnel), D<sub>max</sub> 8, exigence complémentaire : l'adhérence minimale de 2 N/mm<sup>2</sup> à 28 jours. ■

# Prescrire un béton projeté

## A. Choisir la classe de consistance (béton gâché avant projection par voie humide)

Classe	Affaissement ('slump') [mm]	Classe	Etalement ('flow') [mm]	Classe	Temps Vébé [s] (¹)
S1	10 à 40	F1	≤ 340	V0	≥ 31
S2	50 à 90	F2	350 à 410	V1	30 à 21
S3	100 à 150	F3	420 à 480	V2	20 à 11
S4	160 à 210	F4	490 à 550	V3	10 à 6
S5	≥ 220	F5	560 à 620	V4	5 à 3
–	–	F6	≥ 630	–	–

## B. Choisir la classe de résistance à la compression C f<sub>ck,cyl</sub>/f<sub>ck,cub</sub> (²)

C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50
C45/55	C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105	C100/115

## C. Choisir la ou les classes d'environnement (cf. Les Dossiers du CSTC 2006/2.10)

E0	E1	EE1	EE2	EE3	EE4	ES1	ES2	ES3	ES4	EA1	EA2	EA3
----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

## D. Choisir la classe de teneur en chlorures

Cl 1,00	Béton non armé (teneur en chlorures ≤ 1,0 %)
Cl 0,40	Béton armé (dont béton armé de fibres d'acier) (teneur en chlorures ≤ 0,4 %)
Cl 0,20	Béton précontraint (teneur en chlorures ≤ 0,2 %)

## E. Choisir la catégorie d'inspection

Catégorie d'inspection 1	Les propriétés et la fréquence d'inspection doivent être sélectionnées en fonction du niveau de risque et de la durée de vie théorique de la structure. En l'absence de spécifications normatives, les exigences du cahier des charges sont d'application.
Catégorie d'inspection 2	
Catégorie d'inspection 3	

## F. Choisir la dimension nominale maximale des granulats D<sub>max</sub> (généralement limitée à 12 mm dans le cas du béton projeté)

Choisir D <sub>max</sub> dans cette série :	6	8	10	11	12	14	16	20	22	32	40	45	63
---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

## G. Choisir la résistance résiduelle ou la capacité d'absorption d'énergie (béton renforcé de fibres)

Plage de déformation	Flèche [mm]	Niveau de résistance minimale [MPa]			
		S1	S2	S3	S4
D1	0,5 à 1				
D2	0,5 à 2	1	2	3	4
D3	0,5 à 4				

Exemple : la classe D2S2 signifie que la résistance doit être supérieure à 2 MPa pour une flèche comprise entre 0,5 et 2 mm.

Classe d'absorption d'énergie	Absorption d'énergie pour une flèche ≤ 25 mm
E500	500 J
E700	700 J
E1000	1000 J

## H. Exigences complémentaires (fonction de l'application)

Pour les classes d'environnement E0, E1 et EE1, il faut imposer au minimum 300 kg/m<sup>3</sup> de ciment. Autres exemples d'exigences : ciment HSR, développement de la résistance au jeune âge pour un soutènement, adhérence en cas de réparation, résistance à la pénétration d'eau, résistance au gel-dégel (avec ou sans sels de déverglaçage).

(¹) Pour le béton projeté renforcé de fibres, la consistance doit être déterminée selon la norme NBN EN 12350-3 (essai Vébé).

(²) f<sub>ck,cyl</sub> = résistance caractéristique sur cylindre de 300 mm de hauteur et 150 mm de diamètre (N/mm<sup>2</sup>).  
f<sub>ck,cub</sub> = résistance caractéristique sur cube de 150 mm de côté (N/mm<sup>2</sup>).



## INFORMATIONS UTILES

Cet article a été réalisé dans le cadre de la Guidance technologique 'Mise en œuvre des bétons spéciaux' subsidiée par le Service public de Wallonie.

**Au-delà de la résistance thermique, certains fabricants d'isolants mettent en avant la capacité de leurs produits à augmenter le déphasage thermique et à améliorer ainsi le niveau de confort à l'intérieur de l'habitation en été. Qu'en est-il réellement ?**



# Capacité thermique des isolants et risque de surchauffe

↳ O. Gerin, ir., chercheur, division 'Energie et bâtiment', CSTC

La capacité thermique volumique d'un matériau permet de déterminer la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un kelvin la température d'un mètre cube de ce matériau. Elle s'exprime en  $J/m^3.K$ . C'est le produit de sa masse volumique ( $\rho$ ) et de sa capacité thermique massique (ou chaleur spécifique,  $C_p$ ). Appliquée à une paroi (plusieurs couches de matériaux), un local ou un bâtiment, la capacité thermique représente la quantité de chaleur que ceux-ci emmagasinent lorsque leur température augmente d'un degré.

Etant donné que les échanges thermiques entre les parois du bâtiment et leur environnement se font de manière dynamique (non stationnaire) en fonction des conditions extérieures

(température, ensoleillement, ...) et des conditions intérieures, il est nécessaire de disposer d'outils perfectionnés, tel qu'un logiciel de simulation dynamique, afin de pouvoir estimer l'effet de la capacité thermique d'un matériau sur le climat intérieur d'un bâtiment. Le CSTC a donc évalué l'influence réelle du choix de l'isolant sur le confort intérieur d'été en réalisant une simulation dynamique de l'étage sous toiture d'une habitation soumise à un épisode de canicule de 15 jours.

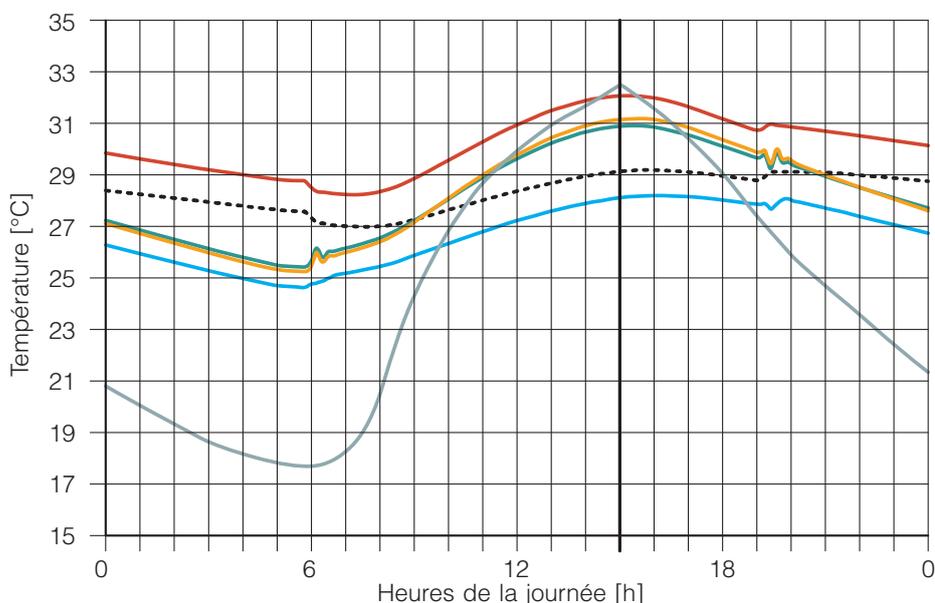
Sur le marché belge, il existe un très vaste choix d'isolants pour toiture. Pour cette étude, nous nous sommes limités à comparer deux isolants aux caractéristiques thermiques bien distinctes du point de vue de la capacité thermique (cf. tableau), de manière à ce que nos résultats reflètent le comportement thermique de la majorité des isolants du marché.

## Caractéristiques thermiques des isolants considérés.

Isolant	$\lambda$ [W/m.K]	Densité [kg/m <sup>3</sup> ]	Chaleur spécifique [J/kg.K]
Laine bois (WW)	0,039	55	2000
Laine minérale (MW)	0,035	25	1030

Outre la nature de l'isolant, nous avons également étudié l'influence de nous épaisseur (6, 18 et 30 cm) ainsi que d'autres paramètres tels que les gains internes, la présence de protections solaires ou la ventilation nocturne intensive.

## Simulation de la température à l'intérieur d'une chambre sous toiture, isolée avec 18 cm d'isolant.



- T° de l'air dans la chambre, WW, sans ventilation nocturne, sans protection solaire
- T° de l'air dans la chambre, WW, sans ventilation nocturne, avec protection solaire
- T° de l'air dans la chambre, WW, avec ventilation nocturne, sans protection solaire
- T° de l'air dans la chambre, MW, avec ventilation nocturne, sans protection solaire
- T° de l'air dans la chambre, WW, avec ventilation nocturne, avec protection solaire
- T° extérieure

Le graphique ci-contre présente les résultats de simulations obtenus pour un isolant de 18 cm d'épaisseur, avec ou sans ventilation nocturne intensive et avec ou sans protection solaire extérieure. On observe qu'à résistance thermique similaire, les résultats sur le confort intérieur sont du même ordre de grandeur et que la nature de l'isolant (courbes verte et jaune) a nettement moins d'influence que la ventilation (courbe rouge) ou l'usage d'une protection solaire efficace (courbe bleue).

Il ressort de ces simulations que la nature de l'isolant influence peu le confort thermique d'été. La diminution du risque de surchauffe passe avant tout par la réduction des gains solaires (grâce à des protections solaires extérieures et à une bonne isolation) et internes ainsi que par une stratégie de ventilation nocturne intensive. La présence d'une masse thermique accessible élevée (plafond, sol, ...) y contribue également. ■

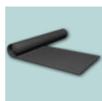


[www.cstc.be](http://www.cstc.be)

LES DOSSIERS DU CSTC N° 3/2010

La version intégrale de cet article est téléchargeable sur notre site Internet.

Une Note d'information technique consacrée à la fixation mécanique des isolants et des systèmes d'étanchéité sur tôles d'acier profilées sera publiée très prochainement. Cette NIT fera le point sur les spécificités de cette technique de fixation en toiture plate et viendra compléter les recommandations de la NIT 215. Elle examinera en détail l'étude des effets du vent sur le complexe 'isolation thermique/système d'étanchéité' et ce, conformément à la norme NBN EN 1991-1-4 'Actions du vent sur les constructions' et son Annexe nationale (ANB) qui sera publiée très prochainement. Le présent article met l'accent sur le choix des vis et des plaquettes de répartition en fonction du matériau d'isolation thermique.



✍ L. Lassoie, ing., chef de la division 'Interface et consultance', CSTC

## 1 SOLLICITATIONS DES SYSTÈMES D'ISOLATION ET D'ÉTANCHÉITÉ

Outre les sollicitations cycliques engendrées par l'action du vent, la circulation sur une toiture en tôles d'acier profilées engendre généralement les charges de service suivantes :

- sollicitations diverses produites pendant les travaux par le stockage provisoire des matériaux en toiture, les opérations de mise en œuvre et la circulation piétonnière
- sollicitations périodiques nécessitées par l'inspection et l'entretien du revêtement
- sollicitations fréquentes ou occasionnelles engendrées par des travaux de maintenance et de réparation sur les installations accessibles en toiture (extraction d'air, climatisation, systèmes solaires, ...).

Le revêtement d'étanchéité et l'isolation de-

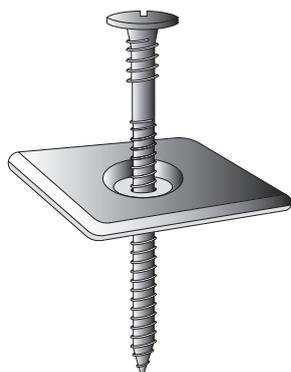


Fig. 1 Vis pourvue d'un filet supplémentaire sous la tête.

# Toitures plates fixées mécaniquement : vis et plaquettes de répartition

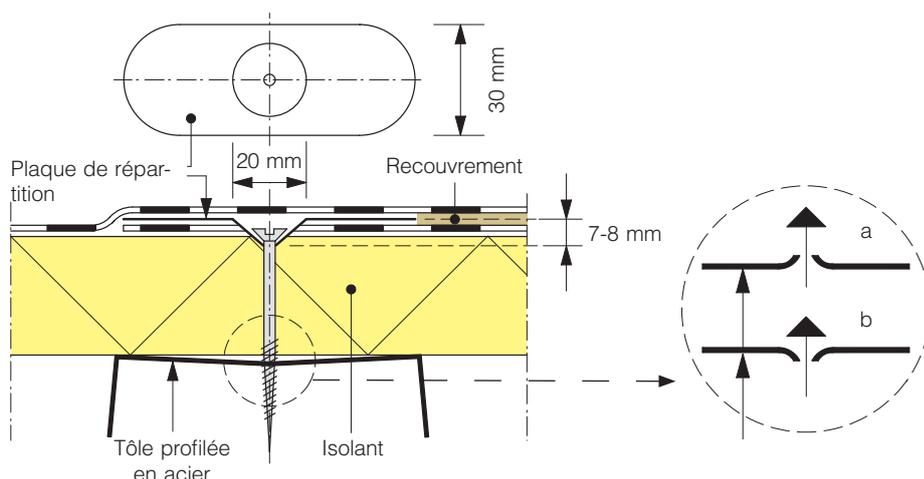


Fig. 2 A gauche, tête de vis engoncée dans la plaquette de répartition et, à droite, déformation de la tôle d'acier au droit d'une fixation (la flèche indique le sens de l'arrachement en cas de tempête).

vront répondre à certaines exigences selon la charge de service escomptée. Ainsi, le revêtement devra notamment résister au poinçonnement dynamique et statique. Quant à l'isolation, elle devra présenter une bonne résistance à la compression et aux charges concentrées, et devra en outre être capable de répartir les charges de manière homogène.

## 2 CHOIX DES VIS ET DES PLAQUETTES DE RÉPARTITION

Un système de toiture plate fixé mécaniquement (isolation et/ou étanchéité) nécessite un nombre suffisant de fixations, déterminé en fonction :

- des sollicitations engendrées par l'action du vent sur les panneaux isolants et le système d'étanchéité
- de la résistance à l'arrachement des vis.

Il est également important de choisir un système de toiture adapté à l'application envisagée et au niveau de sollicitations engendré par les charges de service. A cet égard, le recours à des produits disposant d'un agrément technique pour l'application envisagée paraît plus que souhaitable.

Sur une toiture fixée mécaniquement et accessible aux piétons, il convient en outre de

tenir compte du phénomène spécifique produit par la pression du pied au droit d'une vis ou d'une plaquette de répartition. Le revêtement peut être soumis à une importante déformation lorsque l'isolation est compressible et qu'elle est comprimée au voisinage d'une fixation.

La forme des plaquettes de répartition doit être adaptée aux vis et à la compressibilité de l'isolant. Il est également conseillé, dans le cas de panneaux souples, d'opter pour des vis pourvues d'un filet supplémentaire sous la tête (cf. figure 1). Ce dernier permet de solidariser la vis et la plaquette et donc d'engager ces dernières en même temps (meilleure répartition des charges lors de la mise en œuvre) et d'éviter que la tête de vis ne transperce le système d'étanchéité si on venait à comprimer la plaquette.

Par contre, en présence de matériaux isolants peu compressibles (EPB, PF, p. ex.) ou munis d'un parement rigide (aluminium), les plaquettes de répartition devront avoir une forme adaptée, de façon à pouvoir être placées bien à plat, en contact étroit avec l'isolant. Lorsque ce n'est pas le cas, l'effort d'enfoncement de la fraiseuse – qui reprend la tête de la vis (cf. figure 2) – dans l'isolant peut être très important, ce qui accroît considérablement le risque de serrage excessif de la fixation dans

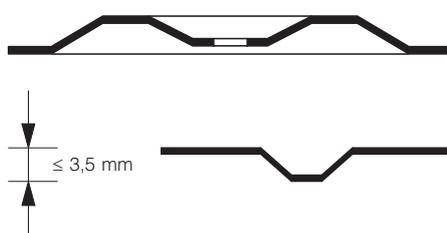


**Fig. 3 Arrachement de la vis en cas de tempête.**

la tôle d'acier. Cette dernière se déforme alors comme illustré à la figure 2a (p. 7) et à la figure 3, ce qui réduit parfois sensiblement la résistance à l'arrachement de la fixation. La

stabilité au vent du système d'étanchéité et/ou des panneaux d'isolation thermique peut dès lors être compromise.

A l'inverse, lorsqu'on limite les efforts d'enfoncement de la fraisure dans l'isolant, il est fréquent que la tête de vis soit insuffisamment noyée et que la plaquette de répartition ne soit pas en contact étroit avec l'isolant. Le dépassement de la tête de vis entraîne un risque de poinçonnement plus important de la membrane, alors que l'écrasement insuffisant de la plaquette peut faire osciller cette dernière autour de la fixation. Les deux phénomènes sont susceptibles d'induire des perforations et/ou des déchirures dans la membrane d'étanchéité.



**Fig. 4 Plaquette convexe.**

**Fig. 5 Plaquette plane à petite fraisure.**

**L**es statistiques du département 'Avis techniques et consultance' montrent une forte augmentation du nombre de questions relatives aux bardages en bois au cours des dernières années. A la demande de son Comité technique 'Menuiserie', le CSTC a entrepris la rédaction d'une Note d'information technique sur ce thème. Un examen attentif fait apparaître que les questions posées en la matière portent, pour une large part, sur l'aspect des revêtements et en particulier sur les phénomènes de tachage.



➔ F. Caluwaerts, ing., conseiller principal, division 'Avis techniques', CSTC  
S. Charron, ir., chef de projet, division 'Enveloppe du bâtiment et menuiserie', CSTC

Le présent article traite des colorations brunes se manifestant sur les revêtements de façade en cèdre.

## 1 DURABILITÉ

Il convient tout d'abord de souligner l'importance qu'il y a, lors de la réalisation d'un revê-

tement extérieur en bois, à choisir une espèce présentant une durabilité adéquate (classe I, II ou III).

A défaut de pouvoir satisfaire à cette exigence, il y a lieu de recourir à une espèce ayant reçu un traitement de préservation approprié aux conditions d'exposition. Cette exigence de durabilité ne pose généralement pas de problème avec le cèdre, dont le duramen appartient à la classe de durabilité II.

L'utilisation, même à l'extérieur, de cèdre (exempt d'aubier) n'ayant pas fait l'objet d'un traitement de préservation, n'engendre dès lors pratiquement aucun risque.

On tiendra compte toutefois du fait qu'après un certain temps, le bois prend peu à peu une teinte grisâtre sous l'effet de la dégradation photochimique de ses composants (cellulose, lignine, extraits) par les rayons UV du soleil. Ce grisaillement est un phénomène superficiel sans conséquence sur la durabilité de l'élément.

# Exsudations des bardages en cèdre

Néanmoins, dans un environnement urbain, la pollution atmosphérique peut être à l'origine d'un assombrissement du bois qui nuit à l'homogénéité de la couleur gris argenté escomptée.

## 2 TACHAGE

Si l'on considère comme évident que le bois s'assombrisse à l'état humide et s'éclaircisse à nouveau lorsqu'il sèche, il n'est pas rare, en revanche, qu'un tachage brun foncé à la surface du bois soit ressenti comme gênant (cf. également l'article p. 10).

Ce phénomène est dû au lessivage des extraits, qui se diluent dans l'eau lorsque le bois est humide et migrent vers la surface dès qu'il sèche. Lorsque cette dernière est délavée par les pluies, les dépôts disparaissent progressivement, mais ce ne sera pas le cas sur les surfaces moins exposées.

Si l'on estime que ce tachage est inacceptable

d'un point de vue esthétique, il convient d'en tenir compte dès le stade de la conception, puisque le phénomène est inhérent à diverses espèces, parmi lesquelles le western red cedar.

### 3 REMÈDES

Comme nous l'avons déjà évoqué ci-avant, les extraits se diluent dans l'eau, ce qui permettrait en premier lieu d'effectuer un simple nettoyage des boiseries à l'eau claire.

Constatant que ces exsudations ne s'éliminent pas toujours de manière satisfaisante selon le procédé précité, le CSTC a lancé une campagne d'essais afin de déterminer quel remède pourrait apporter une solution.

A cet effet, des éprouvettes de cèdre ont été soumises à un tachage par voie d'humidification cyclique avant de subir sept traitements de détachage différents. Les produits de nettoyage ont été sélectionnés sur la base de leur disponibilité dans le commerce et de leur facilité d'utilisation.

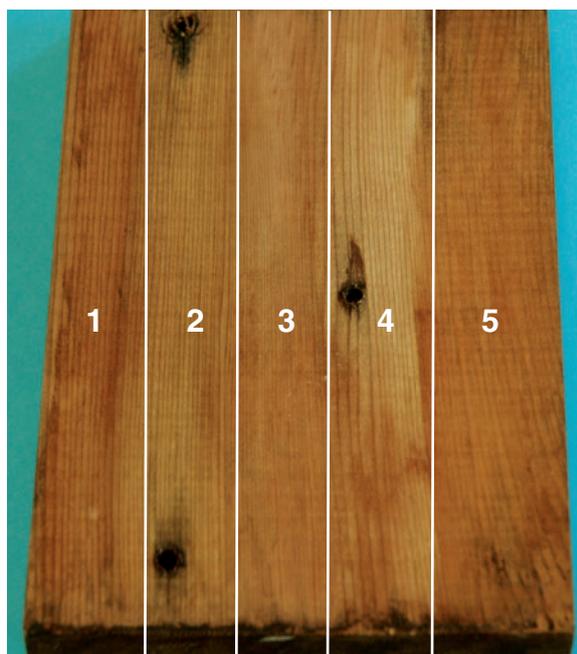
Le protocole de détachage se compose de deux étapes successives :

- les taches sont d'abord frottées au moyen d'un chiffon imbibé d'une des solutions choisies
- les surfaces sont ensuite bien rincées à l'aide d'un chiffon imbibé d'eau claire.

Dans le cadre de ces essais, deux aspects ont été étudiés :

- l'influence des produits sur l'aspect de la surface du bois
- l'atténuation des taches.

Le tableau ci-dessous présente une synthèse



**Modification d'aspect engendrée par cinq des traitements testés.**

1. Eau de Javel du commerce diluée
2. Eau de Javel du commerce pure
3. Eau de javel diluée + craie
4. Eau de javel pure + craie
5. Eau oxygénée pure

des résultats obtenus avec les différentes solutions testées.

La figure ci-dessus donne une idée de l'influence de cinq des traitements testés sur l'aspect visuel du bois.

Il ressort du tableau qu'une solution d'eau de Javel du commerce diluée permet d'atténuer significativement les taches d'exsudation sur le western red cedar.

Si les taches persistent, le traitement peut être réitéré une seconde fois. Nous attirons toutefois l'attention du lecteur sur le fait que le bois étant un matériau naturel et hétérogène, l'efficacité du traitement peut varier d'un élément à l'autre.

En présence de taches très sombres (brun foncé, voire noires), un ponçage préalable au traitement à l'eau de Javel diluée permettra d'améliorer sensiblement l'aspect esthétique du bois.

Il est évident que toute réhumidification du bois donnera à nouveau lieu au lessivage des extraits, ce qui entraînera une nouvelle coloration sombre. Il peut donc s'avérer nécessaire de répéter le traitement un certain nombre de fois jusqu'à disparition de la plupart des extraits.

Il est en outre nécessaire de s'assurer auparavant que la conception et la réalisation du bardage se sont opérées dans les règles de l'art (ventilation au dos du revêtement, p. ex.).

Compte tenu des modifications d'aspect évoquées, il est toujours nécessaire de procéder au préalable à un essai d'orientation sur une surface restreinte et moins visible afin de connaître les concentrations et les délais d'application offrant les meilleurs résultats.

Enfin, on veillera, lors du nettoyage des boiseries, à protéger correctement les autres parties de la façade, tels que châssis de fenêtres, vitrages, ... ■

#### Synthèse des résultats obtenus avec les solutions testées.

Solution testée	Aspect du bois	Atténuation des taches
Solution d'eau de Javel du commerce utilisée diluée (150 ml/l d'eau)	Pas d'influence	Très forte
Eau oxygénée pure	Peu d'influence	Forte
Eau mélangée à un détergent non corrosif	Peu d'influence	Moyenne
Eau de ville	Peu d'influence	Négligeable
Solution d'eau de Javel du commerce utilisée pure	Léger jaunissement	(*)
Pâte confectionnée avec un mélange de craie et d'eau de Javel du commerce chaude diluée	Léger blanchiment	(*)
Pâte confectionnée avec un mélange de craie et d'eau de Javel du commerce chaude non diluée	Fort blanchiment	(*)

(\*) Compte tenu de leur influence sur la coloration du bois, l'efficacité de ces solutions sur le détachage du bois n'a pas été jugée.



[www.cstc.be](http://www.cstc.be)

INFOFICHE N° 44

Pour plus de détails sur le sujet, le lecteur intéressé consultera l'infocarte 44 disponible sur notre site Internet.

Les menuiseries extérieures en bois sont exposées à toutes sortes d'intempéries. Cet article donne un aperçu des points nécessitant le plus d'attention au moment de la réception d'éléments de façade en bois (portes et fenêtres) pourvus ou non des couches de finition nécessaires. Le dossier disponible sur notre site fournira également des recommandations en ce qui concerne les revêtements de façade en bois.



↳ G. Dekens, lic., chercheur au laboratoire 'Éléments de toitures et de façades', CSTC  
S. Charron, ir., chef de projet, division 'Enveloppe du bâtiment et menuiserie', CSTC

## 1 RÉCEPTION

Les éléments de façade en bois peuvent être livrés sur chantier selon trois niveaux de finition :

- les éléments **sans couche de finition spécifique**, excepté la couche de fond appliquée en atelier. Le bon comportement de ces éléments sur chantier n'est garantie que si on y applique leur finition définitive dans le mois
- les éléments pourvus en atelier d'**une couche de fond et d'une ou plusieurs couches de finition**. Une fois le projet achevé, il est toujours possible d'appliquer une dernière couche sur le chantier afin d'éliminer les éventuelles petites dégradations apparues avant, pendant ou après la pose
- les éléments munis en atelier d'**une couche de fond et de toutes les autres couches nécessaires**.

Après l'application des couches de finition, il

**Fig. 1 Variations de teinte inhérentes à l'espèce de bois (le padouk africain, p. ex.)**



# Réception des menuiseries en bois : variations de teinte et décoloration

est possible qu'un certain nombre de caractéristiques du bois soient toujours visibles au travers de celles-ci.

Toutefois, il n'y a pas lieu de considérer ces caractéristiques visibles en permanence comme des défauts si les épaisseurs de couches de finition respectent les épaisseurs prescrites par le fabricant.

Il est conseillé que le donneur d'ordre procède le plus vite possible après la pose de la menuiserie extérieure en bois à la réception provisoire. Cette dernière revient à accepter les travaux réalisés et peut prendre la forme d'une mention, intégrée au rapport de chantier, à l'état d'avancement, ... Elle atteste de l'état de la menuiserie après la pose.

Elle permet aussi d'éviter des discussions et des frais inutiles et d'encourager les divers acteurs à prendre les précautions nécessaires afin de limiter les salissures et/ou les dégradations de la boiserie, de la quincaillerie, du vitrage, des joints et de la finition.

## 2 VARIATIONS DE TEINTE ET DÉCOLORATIONS

De nature, le bois est caractérisé par des variations de teinte, de structure, de texture de surface, par une teneur variable en contenus cellulaires naturels et par des fluctuations de ses propriétés physiques, chimiques et mécaniques. Pour certaines espèces de bois, cette **variabilité** est bien plus prononcée et peut même se manifester au sein d'un même tronc, d'un même chevron ou d'une même planche (cf. figure 1).

Certaines **imperfections** sont **naturellement présentes** dans le bois (les nœuds et les fissures, p. ex.). Alors que les défauts dans les éléments de menuiserie sont, par définition, non autorisés, ces imperfections naturelles le sont bel et bien, pour autant que leur taille et leur nombre restent dans les limites prévues par la classe de qualité retenue.

En ce qui concerne la classification de la qualité du bois en fonction des tolérances géométriques et des critères relatifs à l'aspect, nous renvoyons à l'article du CSTC-Contact n° 25.

**Fig. 2 Couleurs dues au lessivage des contenus cellulaires.**



Outre les variations de teinte classiques inhérentes à l'espèce de bois et celles entre les menuiseries en bois munies d'une finition et d'autres matériaux comme les profilés en aluminium et en PVC (même en cas de numéros RAL identiques), des décolorations d'**origine extérieure** peuvent apparaître.

Ainsi, dans les cas suivants, les décolorations liées à certains phénomènes et/ou à certaines espèces de bois sont autorisées :

- à la suite d'une exposition à la lumière UV et à l'air, la plupart des espèces de bois s'**assombrissent**, ce qui peut entraîner une variation de teinte entre la partie exposée au soleil et les autres
- sous influence de l'eau (pluie, stagnation, ...) certains **contenus cellulaires** peuvent être lessivés et engendrer des variations de teinte (cf. figure 2). ■



[www.cstc.be](http://www.cstc.be)  
LES DOSSIERS DU CSTC n° 3/2010

La version intégrale de cet article est téléchargeable sur notre site Internet.

Le CSTC est régulièrement questionné quant au dimensionnement des parois intérieures non portantes, c'est-à-dire des parois qui ne transfèrent pas les charges et ne contribuent pas à la stabilité globale du bâtiment. Le présent article concerne les cloisons intérieures en verre dont la forme, les dimensions et le système constructif sont bien souvent déterminés au cas par cas. Un raisonnement similaire à celui adopté ci-après peut être tenu pour d'autres types de parois verticales non porteuses.



↳ L. Lassoie, ing., chef de la division 'Interface et consultation', CSTC  
V. Detremmerie, ing., chef adjoint du laboratoire 'Éléments de toitures et de façades', CSTC

La Note d'information technique n° 233 consacrée aux cloisons intérieures définit les performances que doivent atteindre ces parois et notamment les critères relatifs à l'aptitude à l'emploi. Ces derniers sont essentiellement basés sur les recommandations du Guide d'agrément européen n° 003, qui s'applique exclusivement aux kits de cloisons intérieures, c'est-à-dire aux ensembles d'au moins deux éléments distincts devant être assemblés afin d'être installés de manière permanente dans les ouvrages.

## 1 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE ET NORMATIF

La sécurité d'utilisation et l'aptitude à l'emploi sont des exigences importantes pour les cloisons intérieures en verre, car elles permettent de garantir la sécurité des occupants. Cette dernière est impérative lorsque les ouvrages vitrés peuvent être soumis au choc accidentel provoqué par un corps humain, entraînant des risques tels que coupures par grands fragments de verre tranchants, défenestration ou passage au travers de la paroi, blessures ou contusions par contact ou collision accidentelle avec des ensembles vitrés, ...

L'appréciation de ces risques doit se faire sur la base des recommandations de la norme NBN S 23-002 (et de son addendum), qui définit le type ou le mode de rupture des produits verriers en fonction de la localisation de la paroi. Pour les cloisons intérieures vitrées, il convient généralement d'utiliser du verre trempé, voire du verre feuilleté lorsqu'il existe un risque de chute. Outre le mode de rupture, il faut égale-

**Composition et épaisseur du verre en fonction de la hauteur de la cloison intérieure, pour une dépression de vent de 300 Pa.**

Type de verre	Composition et épaisseur de verre [mm]			
	Hauteur [mm]			
	≤ 2600	≤ 3100	≤ 3500	≤ 3800
Trempé	10	12	15	
Feuilleté	66.2	88.2		1010.2

ment tenir compte des exigences posées aux ouvrages dont le verre est un composant

La sécurité d'utilisation des parois intérieures implique également la résistance à une pression différentielle due à l'action du vent. D'une manière générale et selon la norme NBN EN 1991-1-4, on distingue les cas suivants :

- situation normale où les portes et fenêtres sont considérées comme fermées. Dans ce cas, il convient de traiter l'effet de leur ouverture lors de vents de tempête comme une situation accidentelle dans laquelle on utilise un coefficient permettant de tenir compte de la faible probabilité du cas. La situation accidentelle peut s'avérer la plus défavorable lorsque l'ouverture se manifeste à une hauteur supérieure à  $\pm 30$  m
- situation normale où les portes et fenêtres peuvent s'ouvrir en période de grands vents. Cette situation n'est pas considérée dans cet article.

Le choix de la période de retour du vent et des coefficients de charge peut s'opérer selon les recommandations du Rapport CSTC n° 11. Si l'on se base sur ces dernières et sur la combinaison d'actions accidentelles (cf. norme NBN EN 1990), la pression différentielle de l'air sur les parois intérieures se situe entre 170 et 380 Pa, selon la localisation du bâtiment. Ces valeurs sont d'application pour autant que l'ouverture accidentelle d'une baie ne se manifeste pas à une hauteur supérieure à  $\pm 30$  m.

## 2 EN PRATIQUE

A titre d'exemple, le tableau ci-dessus précise la composition et l'épaisseur du verre trempé et du verre feuilleté à prévoir en fonction de la hauteur d'une cloison intérieure d'une largeur d'un mètre appuyée sur deux côtés. Ces valeurs ont été déterminées pour une dépression

# Stabilité des cloisons en verre

de vent de 300 Pa sur la paroi intérieure d'un bâtiment situé dans une zone de catégorie de rugosité II (campagne/bocage, cf. norme NBN EN 1991-1-4) pour une vitesse de référence du vent de 26 m/s. Les épaisseurs ont été obtenues en limitant la déformation à 1/100<sup>e</sup> de la hauteur de la cloison.

## 3 MISE EN ŒUVRE DES CLOISONS VITRÉES

Les cloisons vitrées sont généralement posées de manière continue sans serrage dans des profilés métalliques en forme de U.

Un matériau d'interposition non hygroscopique et sans fluage notable (tel qu'un joint en butyle, en silicone extrudé ou en EPDM) est placé entre les pièces métalliques et le verre. Le chant des vitrages est façonné et isolé des pièces métalliques. Le calage dans le profilé inférieur permet en outre de positionner le verre et d'éviter tout contact dur avec celui-ci.

Pour les vitrages en façade et en toiture dont la surface est comprise entre 2 et 6 m<sup>2</sup>, la hauteur de prise en feuillure s'élève au minimum à 14 mm selon la NIT 221. Pour les cloisons intérieures, on prévoit généralement une hauteur de prise en feuillure de minimum 8 mm en partie latérale et inférieure, et de 12 mm en partie supérieure. Dans ce cas, il est recommandé d'utiliser des profilés métalliques d'une hauteur de, respectivement, 20 et 30 mm.

Afin d'éviter les dégradations aux cloisons en verre, il est nécessaire, d'une part, de limiter les déformations des planchers porteurs à des valeurs raisonnables (\*) et, d'autre part, de permettre à la cloison de reprendre les déformations de la structure, par exemple en ménageant un jeu suffisant entre le verre et le fond de feuillure du profilé supérieur. ■

(\*) A cet effet, on consultera, par exemple, le § 3.1.3.1 de la NIT 233 qui aborde cette problématique.

**E**tudiés depuis les années 1970 pour leur capacité à stocker de l'énergie thermique, les matériaux à changement de phase (MCP) ont connu de multiples applications dans différents secteurs. Paradoxalement, des applications concrètes dans le domaine du bâtiment ne sont proposées que depuis peu sur le marché. Parmi celles-ci, l'utilisation sous forme d'enduit intérieur semble offrir d'intéressantes possibilités.



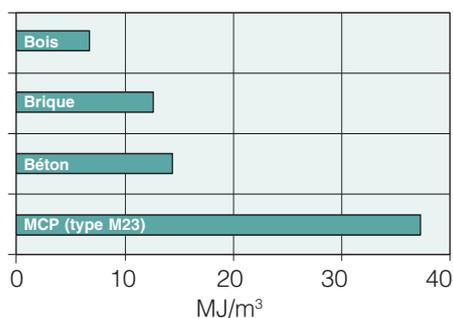
↳ F. de Barquin, ir., chef du département 'Matériaux, technologie et enveloppe', CSTC

G. Flamant, ir., chef du laboratoire 'Caractéristiques énergétiques', CSTC

## 1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Tout matériau peut changer de phase, c'est-à-dire passer d'un état à l'autre, selon les conditions de température et de pression qu'il subit. Ce changement s'accompagne toujours d'un échange de chaleur avec le milieu environnant. C'est le principe de la chaleur latente. L'intérêt des matériaux dont il est ici question (le plus souvent à base de paraffine) est de pouvoir passer de l'état solide à liquide (et inversement) à des températures ambiantes (20 à 26 °C).

Judicieusement choisis et intégrés dans des matériaux de finition intérieure, ils pourraient donc capter la chaleur au moment où la température d'un local commencerait à croître significativement et provoquer ainsi une stabilisation temporaire de cette dernière. (cf. figure 1). Puis, lorsque la température diminuerait suffisamment, ils seraient capables de restituer la chaleur précédemment emmagasinée en revenant à leur état initial solide. Ce phénomène 'naturel' pourrait être répété un grand nombre de fois, sans que cela n'entraîne une détérioration du système, et présenterait un intérêt non négligeable dans la maîtrise des



**Fig. 1** Capacité de stockage de l'énergie (pour un échauffement du matériau de 20 à 26 °C).

phénomènes de surchauffe dans les bâtiments à faible inertie thermique (à ossature en bois, p. ex.) ou dont la masse thermique est peu accessible du fait de la présence de faux plafonds, de sols surélevés ou encore d'un isolant du côté intérieur. Différentes études réalisées à l'étranger annoncent des abaissements de température compris entre 3 et 5 °C.

## 2 APPLICATION DANS LES EN-DUITS

Etant donné qu'ils peuvent être conditionnés sous forme de poudre micro-encapsulée, il est facile d'incorporer les MCP aux matériaux confectionnés à base d'un liant minéral ou organique. Parmi ceux-ci, les enduits de finition murale présentent l'avantage d'offrir une grande surface d'échange avec l'ambiance intérieure, ce qui aura pour effet d'améliorer le rendement du système.

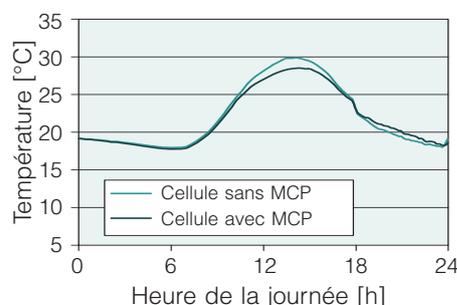
Des produits de ce type existent actuellement sur le marché sous la forme d'un enduit pré-dosé prêt-à-gâcher. Ils sont à appliquer sur une épaisseur d'environ 15 mm. Une formulation de ce type contenant 30 % en masse de MCP a été testée au CSTC dans le cadre d'un vaste projet de recherche.

## 3 LE PROJET RETERMAT

Mené en collaboration avec trois autres centres de recherche (CRM, CENTEXBEL, CERTECH) et financé partiellement par la Région wallonne, le projet vise à évaluer les performances de ces produits sous différentes applications et à modéliser leurs effets afin de pouvoir correctement dimensionner le système : quelle quantité de MCP faut-il mettre en œuvre pour avoir un effet sensible en période de surchauffe ?

Sur le plan expérimental, de nombreuses mesures ont été effectuées dans les cellules jumelées du CSTC. Ces deux cellules, d'une surface au sol de 9 m<sup>2</sup> chacune, sont parfaitement identiques sur le plan de la géométrie et de la constitution des parois et sont en contact avec le même environnement. Elles comportent chacune une surface vitrée de 3 m<sup>2</sup> orientée au sud. Les murs (28 m<sup>2</sup> au total) de l'une d'entre elles ayant été revêtus au moyen d'enduits à MCP et ceux de l'autre avec un enduit tradi-

# Des enduits pour une climatisation douce ?



**Fig. 2** Evolution de la température dans les cellules jumelées au cours d'une journée d'été ensoleillée.

tionnel de même épaisseur, des comparaisons précises de température intérieure ont pu être effectuées pour différentes périodes d'ensoleillement. Parallèlement à ces mesures, un outil de modélisation a été développé afin de pouvoir évaluer le comportement d'autres configurations de locaux.

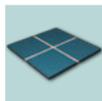
## 4 LES PREMIERS RÉSULTATS

A ce stade de réalisation du projet, les observations suivantes ont pu être effectuées :

- l'enduit avec MCP possède des caractéristiques physiques à l'état frais et à l'état durci (telles que reprises dans la norme NBN EN 12379-2) comparables à un enduit traditionnel à base de gypse (le comportement au feu n'a pas encore été examiné)
- sur le plan thermique, des écarts de l'ordre de 3 °C ont été mesurés entre les parois revêtues de l'enduit avec MCP et les parois revêtues d'un enduit traditionnel. Au niveau du climat intérieur, une différence de 1 à 1,5 °C entre les deux cellules a été mesurée pour la température maximale journalière atteinte lors des périodes chaudes et/ou très ensoleillées d'été (cf. figure 2). Le modèle de simulation développé permettra d'évaluer dans quelle mesure ce gain peut augmenter avec d'autres configurations de locaux
- afin de pouvoir assurer le bon fonctionnement des MCP sur plusieurs jours consécutifs, il convient que ceux-ci puissent se décharger, se 'régénérer', le plus complètement possible. Ceci nécessite une stratégie de ventilation nocturne intensive efficace.

Une information plus complète sur les résultats de la recherche sera rédigée prochainement. ■

Une question qui se pose souvent en matière de chape est de savoir s'il faut prévoir ou non des joints de mouvements (joints de structure et de fractionnement) et, si oui, à quel endroit. Est-il également toujours nécessaire d'appliquer un treillis d'armature ? Cet article fait le point en fonction des divers types de chapes.



✎ J. Wijnants, ing., chef adjoint de la division 'Avis techniques', CSTC

## 1 JOINTS DE STRUCTURE ET DE FRACTIONNEMENT

Les joints de structure présents dans le support doivent toujours être prolongés dans la chape et le revêtement de sol et ce, quel que soit le type de chape et de finition (cf. figure 1). Des joints de fractionnement (joints de dilatation et de pourtour), séparant la chape des ouvrages adjacents et subdivisant les surfaces importantes en zones de dimensions plus réduites, ne sont pas toujours exigés. Leur éventuelle nécessité est déterminée par le mode de mise en œuvre de la chape. On distingue les chapes adhérentes, non adhérentes et flottantes. Si des joints de fractionnement s'avèrent nécessaires, ils doivent être répercutés jusqu'au revêtement de sol (adhérent) également (cf. figure 2). Etant donné que les joints de mouvement influencent l'aspect du revêtement de sol, leur position est déterminée de préférence par le donneur d'ordre ou son représentant, en accord avec l'exécutant.

## 2 CHAPES

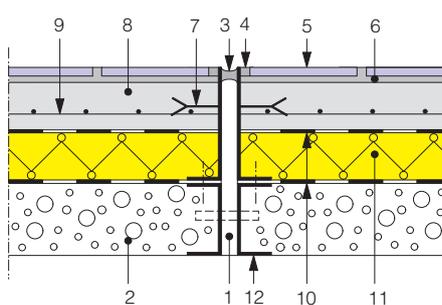
### 2.1 CHAPE ADHÉRENTE

Pour une adhérence durable au support, la nature et la préparation de ce dernier ainsi que la composition et la mise en œuvre de la chape doivent être adaptés en conséquence. Les joints de dilatation sont inutiles en cas d'adhérence de la chape au support et peuvent parfois même s'avérer nuisibles. En effet, les contraintes de cisaillement dans l'entourage des joints peuvent entraîner le décollement de la chape et le relèvement de ses bords. Bien que, à strictement parler, les joints de pourtour ne sont exigés que lorsque des mouvements différentiels sont susceptibles d'apparaître au droit des murs, ils sont quand même bien souvent prévus car ils ne nuisent pas au comportement de la chape.

Les chapes adhérentes ne peuvent être exécutées que sur des planchers stables, suffisamment cohérents, et exempts de fissures actives. En raison de leur faible cohérence, les bétons légers ne conviennent généralement pas

# Chapes : avec ou sans joints de mouvement ?

Fig. 1 Mise en œuvre d'un joint de structure prolongé au travers d'une chape flottante avec bords renforcés d'un profil métallique.



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

comme support pour les chapes adhérentes. En outre, le support ne peut pas contenir de l'humidité qui pourrait avoir un effet négatif sur la chape ou sur le revêtement de sol.

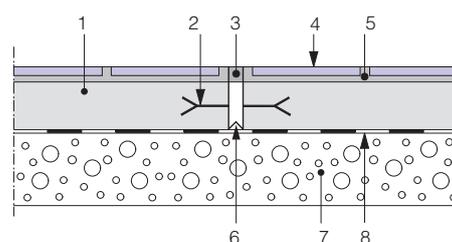
Avant la mise en œuvre de la chape, le support en béton doit être complètement exempt de poussière et débarrassé de laitance (éventuellement par sablage). Une meilleure adhérence peut être obtenue en appliquant une barbotine à base de résine. La partie inférieure de la chape devant également être suffisamment compactée pour assurer une bonne adhérence, les chapes épaisses ne sont pas conseillées. On optera de préférence pour des chapes mises en œuvre et compactées en couche de 4 cm au maximum.

Les chapes adhérentes nécessitent un treillis d'armature au droit des réductions d'épaisseur (au passage des conduites, p. ex.). En cas de chapes épaisses, une armature générale peut être indiquée pour répartir les contraintes de retrait. Dans ce cas, l'armature est placée dans la moitié supérieure de la chape. Cette éventuelle armature peut être réalisée à partir de treillis recouverts d'une couche de mortier d'au moins 15 mm d'épaisseur.

### 2.2 CHAPE NON ADHÉRENTE

Lorsqu'une membrane de désolidarisation (film en plastique) est prévue entre la chape et

Fig. 2 Mise en œuvre d'un joint de fractionnement, éventuellement renforcé d'un profil métallique (en cas de trafic intense), dans une chape non adhérente.



- |                                 |
|---------------------------------|
| 1. Chape                        |
| 2. Ancrage                      |
| 3. Joint souple                 |
| 4. Dallage                      |
| 5. Mortier / colle              |
| 6. Profil métallique            |
| 7. Plancher                     |
| 8. Membrane de désolidarisation |

le plancher, la chape n'adhère pas au support. Pour les chapes non adhérentes, des joints de pourtour, et éventuellement de dilatation, sont recommandés vu que la chape peut subir des mouvements hygrothermiques. Afin d'éviter tout contact entre la chape et les parties fixes du bâtiment, on prévoira des joints de pourtour et des joints de dilatation au droit des ouvertures de porte et pour les surfaces importantes (supérieures à 40 m<sup>2</sup> pour les sols chauffés et à 50 m<sup>2</sup> pour ceux qui ne le sont pas) ou pour les longueurs de plus de 8 m. Le positionnement des joints de dilatation se fera de sorte à former le plus possible des surfaces rectangulaires.

Une chape non adhérente est mise en œuvre lorsque la durabilité de l'adhérence ne peut pas être garantie (cf. plus haut) car le support est constitué, par exemple, de sous-couches légères (béton mousse, ...). Ce type de chape peut également être utilisé pour empêcher la migration d'humidité dans le cas de revêtements de sols sensibles à l'humidité ou étanches à la vapeur.

Avant la mise en œuvre de la chape, il convient de vérifier que le support est plat, exempt d'obstacles et, si nécessaire, qu'il a été muni d'une couche de nivellement dans laquelle sont logées les canalisations (afin de ne pas gêner localement le mouvement horizontal de la chape). Il est vivement recommandé de renforcer la chape à base de ciment d'un treillis (\*)

(50 x 50 x 2 mm) répartissant les contraintes consécutives des mouvements thermiques et du retrait hydraulique.

La mise en œuvre de l'armature doit toujours être prescrite dans les dispositions contractuelles. Si un treillis d'armature est prévu, la chape est effectuée en deux couches identiques 'frais dans frais'. Le treillis se situe alors à peu près au milieu de la chape.

### 2.3 CHAPE FLOTTANTE

Ce type de chape est appliqué lorsqu'une

couche d'isolation thermique et/ou acoustique est prévue sous la chape. La chape étant posée sur une couche d'isolation plus ou moins compressible, elle peut subir certains mouvements et doit dès lors être munie de joints de fractionnement.

Avant la mise en œuvre de la chape flottante, il convient de veiller à ce que la couche d'isolation soit plane et exempte de bords saillants pouvant empêcher les mouvements de la chape sur la feuille de désolidarisation qui se trouve au-dessus de l'isolant.

Le treillis d'armature (\*) de 50 x 50 x 2 mm

doit être positionné dans la moitié inférieure de la chape (entre le tiers inférieur et la moitié de l'épaisseur). Bien que celle-ci ne puisse pas toujours être aussi bien compactée, l'armature reprendra quand même une partie de ces sollicitations de flexion. ■

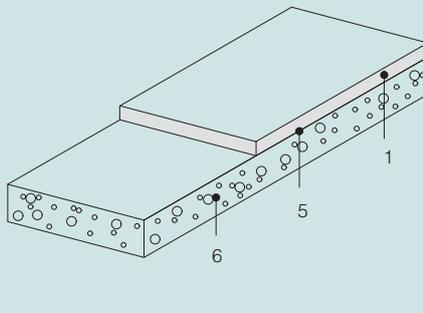
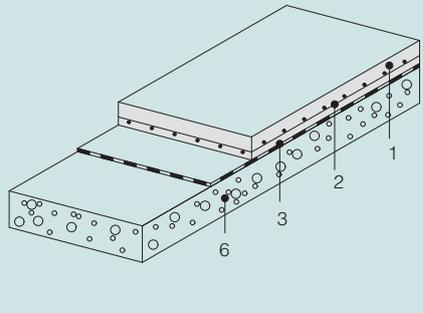
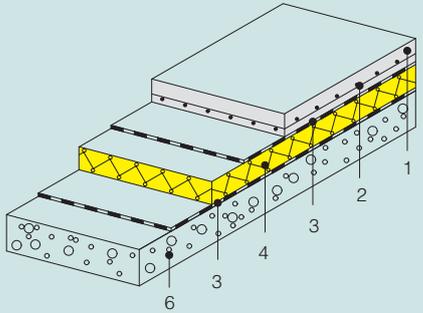


[www.cstc.be](http://www.cstc.be)  
INFOFICHE N° 46

Pour plus de détails sur le sujet, le lecteur intéressé consultera l'Infofiche 46 disponible sur notre site Internet.

(\*) D'autres techniques de renforcement sont possibles lorsque leur efficacité est démontrée au moyen d'études comparatives.

**Tableau récapitulatif des trois types de chapes.**

	Chape adhérente	Chape non adhérente	Chape flottante
Mode de mise en œuvre			
	1. Chape 2. Treillis d'armature 3. Membrane de désolidarisation 4. Isolant 5. Barbotine d'adhérence (éventuelle) 6. Plancher		
Conditions d'application	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessité d'obtenir une adhérence durable.</li> <li>Aucun risque de transport d'humidité en provenance du support.</li> <li>Isolation acoustique ou thermique non exigée entre le plancher et la chape.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pour appliquer un revêtement sensible à l'humidité et/ou étanche à la vapeur.</li> <li>Présence d'un support peu cohérent (béton cellulaire, ...).</li> <li>Aucune mesure n'a été prise pour obtenir une adhérence durable.</li> </ul>	Isolation acoustique ou thermique exigée entre le plancher et le support.
Recommandations spécifiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le support doit être exempt de poussière (éventuellement par sablage).</li> <li>Possibilité d'appliquer une barbotine (résineuse) afin d'assurer une meilleure adhérence.</li> <li>La chape doit être compactée en couches de 4 cm maximum.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le support doit être plat.</li> <li>Appliquer une couche de nivellement si nécessaire (afin d'y placer des canalisations, p. ex.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La couche d'isolation doit être plane.</li> <li>Avant la pose de la chape, l'isolant est généralement recouvert d'un film en plastique.</li> </ul>
Armature	<ul style="list-style-type: none"> <li>Une armature générale n'est pas exigée.</li> <li>Un treillis d'armature, appliqué dans la partie supérieure de la chape, est parfois exigé au-dessus des canalisations ou lorsque la chape est épaisse.</li> </ul>	Une armature générale est recommandée au milieu de la chape.	Une armature générale est recommandée dans la moitié inférieure de la chape (entre le tiers inférieur et la moitié de l'épaisseur).
Joints de pourtour	Bien que les joints de pourtour ne soient pas nécessaires, ils sont généralement appliqués car ils ne sont pas nuisibles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Des joints de pourtour sont recommandés et parfois indispensables.</li> <li>Des joints de pourtour sont également à prévoir au droit des ouvertures de porte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Des joints de pourtour sont exigés en particulier en présence d'un isolant acoustique.</li> <li>Les joints de pourtour doivent être prolongés au droit des ouvertures de porte.</li> </ul>
Joints de dilatation	Les joints de dilatation sont à éviter.	Des joints de dilatation sont exigés dans le cas de surfaces et de longueurs importantes et également pour éviter les angles rentrants.	Des joints de dilatation sont exigés dans le cas de surfaces et/ou de longueurs importantes et également pour obtenir des surfaces de forme rectangulaire.

Les calendriers de construction de plus en plus serrés conduisent souvent à limiter les délais de pose des finitions et, donc, le temps de séchage des chapes (et des bétons en général). Or, une teneur excessive en eau résiduelle dans ces dernières constitue, dans bien des cas, une source de dégâts pour des finitions telles que revêtements de sol souples, parquets ou revêtements résineux.



✎ E. Cailleux, dr., chef de projet, E. Coppens, ir., chercheur, E. Noirfalisse, ir., chef de projet et V. Pollet, ir., chef adjoint du département, département 'Matériaux, technologie et enveloppe', CSTC

Dans le cadre d'une recherche prénormative, plusieurs techniques de mesure d'humidité ont été étudiées et comparées. Bien que l'efficacité et la fiabilité de certaines d'entre elles doivent encore être corroborées, nous livrons ci-après un état des connaissances acquises durant la première phase de recherche.

Pour déterminer la teneur en eau d'une chape (ou d'un béton), la mesure gravimétrique par séchage constitue une technique fiable et précise, à condition de disposer d'un échantillon représentatif. D'autres méthodes quantitatives applicables sur chantier ont été comparées avec la méthode de séchage en étuve. Voici une brève description de chacune d'elles ainsi que les conclusions qui ressortent de cette étude :

- **méthode gravimétrique** : cette méthode de référence consiste à prélever un échantillon de matériau, à le peser à l'état humide, puis à le faire sécher en étuve (généralement 45,

70 ou 105 °C) ou dans un four à micro-ondes jusqu'à une masse constante. La teneur en eau du matériau est égale à la différence entre les masses humide et sèche, divisée par la masse sèche. Bien que les différentes températures de séchage fournissent des résultats différents, le séchage au four à micro-ondes donne des résultats similaires à l'étuve à 105 °C, avec toutefois une dispersion élevée

- **sonde hygrométrique** : cette sonde de faible diamètre est introduite dans une cavité préalablement forée dans la chape. L'humidité relative est mesurée à l'intérieur de la cavité après obturation de celle-ci et stabilisation du système. Une variante consiste à évaluer l'humidité relative contenue dans un volume d'air confiné au-dessus de la surface de la chape. Une fois la mesure de l'humidité relative stabilisée, on suppose que la fin de la période de séchage est atteinte. A noter que l'humidité relative finale dépend des conditions atmosphériques du local
- **bombe à carbure** : on déduit la teneur en eau d'un échantillon de chape en mesurant la pression produite par un gaz (acétylène) issu d'une réaction entre l'eau de l'échantillon et le carbure de calcium
- **test au chlorure de calcium anhydre** : ce test permet de déterminer le taux de vapeur d'eau émis par le support. Le principe consiste à mesurer la variation de poids de cristaux de chlorure de calcium placés sous une cloche parfaitement scellée au support. Ce type de mesure montre une même tendance que les mesures effectuées au moyen de la sonde

# Teneur en humidité des chapes

hygrométrique (cf. point 2). Une stabilisation est également observée à peu près au même moment. Ce fait semble confirmer l'établissement d'un équilibre avec les conditions atmosphériques, qui pourrait correspondre au moment où la pose du revêtement est permise si l'air est suffisamment sec

- **méthode capacitive** : cette méthode peut être réalisée à l'aide d'électrodes permettant une mesure en surface ou en profondeur. Vu la présence d'un gradient d'humidité dans la chape, seule la mesure en profondeur est utile dans le cas présent. La mesure fournit un indice (adimensionnel), qui peut éventuellement être converti en une teneur en eau (en pourcentage de la masse sèche) grâce à une courbe d'étalonnage interne. Sur chantier, l'expérience n'est pas toujours concluante : en cause, la présence d'armatures et la composition de la chape, qui peuvent influencer les mesures. Cette méthode est dès lors souvent utilisée en combinaison avec une mesure destructive afin de limiter le nombre d'essais destructifs, car elle permet de localiser les zones plus humides où les prélèvements peuvent être effectués. ■



[www.cstc.be](http://www.cstc.be)

LES DOSSIERS DU CSTC N° 3/2010

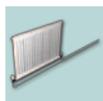
La version intégrale de cet article est téléchargeable sur notre site Internet.

## Aperçu des méthodes d'essai.

Méthode de mesure	Références	Résultat	Durée	Observations
Gravimétrique (destructive)	NIT 189 NF DTU 53.2 NF DTU 51.2 NF DTU 59.3	Teneur en eau	Quelques jours ou quelques minutes si four à micro-ondes	Méthode de référence. La teneur en eau dépend de la température de séchage. Le mode de prélèvement de l'échantillon peut influencer le résultat. Des valeurs similaires ont été mesurées à 105 °C au micro-ondes (dispersion plus importante dans ce dernier cas).
Sonde hygrométrique (peu ou pas destructive)	NF DTU 53.2 ASTM F 2170 02 BS 8203	Humidité relative	Quelques heures	Possibilité de mesures multiples pour le suivi du séchage dans le temps et en différents endroits.
Bombe à carbure (destructive)	NF DTU 53.2 NIT 210, NIT 165, NIT 189, NIT 210	Teneur en eau	1/4 d'heure	Corrélation avec les mesures gravimétriques (valeurs moindres qu'avec ces dernières si séchage à 45 °C) Le mode de prélèvement de l'échantillon peut influencer le résultat.
Chlorure de calcium (non destructive)	ASTM F 1869	Taux d'émission de vapeur d'eau	2 à 3 jours	Corrélation avec les mesures par sonde hygrométrique. Permet un suivi du séchage dans le temps.
Capteur capacitif (non destructive)	NIT 210	Teneur en eau	Immédiat	Corrélation avec les mesures gravimétriques après étalonnage. Possibilité d'inspecter rapidement une grande surface. Sensibilité des mesures à divers paramètres. Permet de suivre le séchage dans le temps et de limiter le nombre de mesures destructives.

# Le chauffage au bois

**Le bois est un combustible en plein essor pour le chauffage des bâtiments, car son bilan global en émissions de CO<sub>2</sub> est plus favorable que celui des combustibles fossiles habituels. Son utilisation permet de chauffer une seule pièce au moyen d'un poêle ou toute la maison au moyen d'une chaudière de chauffage central, combinée à un système classique de distribution de chaleur tel que radiateurs, convecteurs ou sol chauffant. Toutefois, l'utilisation du bois nécessite des espaces de stockage adaptés et un entretien particulier.**



✎ X. Kuborn, ir., chercheur au laboratoire 'Energie durable et technologies de l'eau', CSTC  
V. Kumar Verma, doctorant, faculté des sciences appliquées, département 'Mechanical engineering', VUB

## 1 LES COMBUSTIBLES À BASE DE BOIS

Les combustibles à base de bois sont principalement disponibles sous trois formes : plaquettes forestières, bûches et granulés. Les plaquettes sont utilisées dans des installations de grande puissance, non seulement en raison de leur coût d'achat avantageux, mais aussi par le fait que leur taux d'humidité n'est pas un facteur critique. Les bûches et les granulés, quant à eux, conviennent aux applications domestiques, où ce taux doit être davantage contrôlé. Bien qu'il existe des systèmes très performants utilisant des bûches (les chaudières à gazéification, p. ex., ont un rendement dépassant les 80 %), leur usage nécessite une charge de travail importante (chargement manuel du combustible, entretien hebdomadaire), alors que les systèmes à granulés présentent un confort d'utilisation bien meilleur (automatisation complète du système).

## 2 LE STOCKAGE

Le principal désavantage du bois par rapport aux combustibles utilisés dans la plupart des

installations de chauffage concerne l'espace de stockage. En effet, le pouvoir calorifique inférieur (H<sub>i</sub>) du bois par m<sup>3</sup> est nettement moindre que celui du mazout : 3,3 fois plus petit pour les granulés, 4,7 fois pour les bûches en chêne et 8,2 fois pour les bûches en pin. Ce qui signifie qu'à contenu énergétique égal, il faut respectivement 3,3, 4,7 et 8,2 fois plus d'espace de stockage. Les granulés présentent l'avantage par rapport aux bûches d'être livrés secs. De plus, il existe des systèmes de stockage compatibles avec l'alimentation automatisée des chaudières ou poêles à granulés. Le stockage des granulés peut être réalisé en silo, en bunker ou dans un réservoir intégré à la chaudière. Le transport entre la zone de stockage et la chaudière s'effectue par vis sans fin ou par soufflage dans des conduits rigides ou flexibles selon la distance à parcourir.

Pour avoir une idée du volume que représente la consommation annuelle de bois pour le chauffage d'une habitation, le tableau ci-dessous indique l'équivalence entre la quantité de mazout et la quantité de bois. On constate que ces volumes sont considérables, même pour la tranche la plus basse de consommation.

## 3 L'ENTRETIEN

Les chaudières à bûches nécessitent un entretien hebdomadaire (décendrage du foyer de combustion et nettoyage de l'échangeur de chaleur des fumées). Si la périodicité de l'entretien est respectée, le nettoyage peut être réalisé exclusivement avec une brosse métallique, qui génère néanmoins des poussières salissantes. Les déchets produits par le nettoyage peuvent être évacués avec les déchets ménagers. Les chaudières à granulés nécessitent un décendrage et un nettoyage moins fréquents. Toutefois, la périodicité de l'entretien est conditionnée par la qualité des granulés utilisés.

## 4 LES LABELS DE QUALITÉ

Les appareils de chauffage sont éventuelle-

ment pourvus d'un label de qualité qui garantit des performances minimales de fonctionnement. Ces performances sont supérieures à celles définies dans les normes. Il n'existe pas de label belge, mais plusieurs pays européens proposent des labels généralistes (Umweltzeichen, Der Blaue Engel, Nordic Swan, etc.) ou spécialisés dans les appareils de chauffage (Flamme verte, p. ex.).

Quant aux granulés, il est vivement conseillé d'utiliser des produits qui répondent à des normes strictes (DINplus, ÖNORM M7153), car leur qualité aura une grande influence sur la qualité de la combustion et des fumées, ainsi que sur la fréquence d'entretien et la durée de vie des appareils.

## 5 CONCLUSION

Le bois est une alternative aux combustibles fossiles pour le chauffage des habitations, que celui-ci soit centralisé ou non. L'utilisation du bois permet de réduire le bilan global des émissions de dioxyde de carbone du secteur résidentiel.

Les systèmes à granulés génèrent un confort d'utilisation comparable à celui du mazout, la contrainte principale étant liée à l'évacuation des cendres produites lors de la combustion. L'utilisation de systèmes à bûches est beaucoup plus contraignante, principalement à cause de l'alimentation fréquente et non automatisée des poêles et chaudières ainsi que de leur entretien hebdomadaire.

Il faut également être conscient qu'à contenu énergétique égal, le bois occupe au moins trois fois plus de volume de stockage que le mazout. Par ailleurs, la quasi-totalité des appareils fonctionnant au bois possèdent un circuit de combustion non étanche. Ils nécessitent donc un apport d'air ambiant dans la pièce. L'ouverture permanente, qui assure l'arrivée de cet air, peut éventuellement perturber le bon fonctionnement de la ventilation mécanique de l'habitation. ■

### Estimation de la consommation annuelle de combustible pour trois types de maisons.

Consommation équivalente en mazout [L]	Bûches en chêne [m <sup>3</sup> ]	Bûches en peuplier ou en pin [m <sup>3</sup> ]	Pellets en vrac [m <sup>3</sup> ]	Pellets en sac de 15 kg [sacs]
5000	23	41	17	737
3300	15	27	11	477
2100	10	17	7	303



[www.cstc.be](http://www.cstc.be)

LES DOSSIERS DU CSTC N° 3/2010

La version intégrale de cet article est téléchargeable sur notre site Internet.

La fermeture rapide d'un robinet d'eau génère parfois une onde de choc dans l'installation, qui peut, dans certains cas, s'accompagner d'un bruit de crécelle (selon le mode de fixation de la conduite concernée). Ce phénomène appelé 'coup de bélier' résulte des fortes variations de pression générées par une brusque décélération de l'eau en mouvement. Ces variations de pression sont d'autant plus importantes que la vitesse de l'eau (débit) est élevée et que la fermeture du robinet est rapide.



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

La figure 1 donne une idée des variations de pression susceptibles de se produire dans une conduite en acier galvanisé de 3,5 m de longueur (diamètre nominal DN 1/2") dans laquelle circule un débit de 14,7 l/min brusquement interrompu par la fermeture d'un robinet à tournant sphérique. On constate que la pression du réseau, initialement à 2 bars, s'élève soudain à 13,5 bars pour retomber ensuite à une valeur inférieure à la pression atmosphérique. Ce phénomène se répète un certain nombre de fois (avec une amplitude décroissante) durant un laps de temps total de 0,2 seconde.

De telles variations de pression sont à l'origine d'une importante gêne acoustique et peuvent, dans certains cas extrêmes, provoquer la rupture de la conduite. Les vibrations qui les accompagnent sont en outre susceptibles de détruire la couche d'oxydation qui protège la face intérieure de la tuyauterie, et donc d'accroître le risque de corrosion. Il est dès lors vivement recommandé de limiter autant que possible le risque de coup de bélier.

# Coup de bélier dans les conduites métalliques

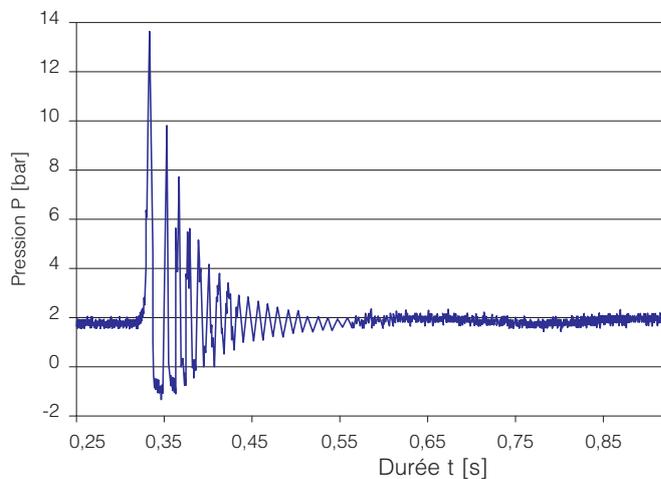


Fig. 1 Variations de pression dans une conduite en acier galvanisé d'une longueur de 3,5 m (diamètre nominal DN 1/2") à un débit de 14,7 l/min.

À la demande de son Comité technique 'Plomberie sanitaire et industrielle, installations de gaz', le CSTC a étudié l'efficacité de plusieurs mesures couramment utilisées pour la protection contre les coups de bélier, à savoir :

1. l'installation d'un antibélier à l'extrémité de la conduite, à proximité du robinet
2. l'installation d'un antibélier au début de la conduite
3. l'installation de deux antibéliers à proximité du robinet
4. l'insertion d'un tube souple (60 cm) à gaine d'acier fileté en amont du robinet
5. la mise en place d'un tube en PEHD d'une longueur de 50 cm en amont du robinet
6. l'installation d'un groupe de sécurité en amont du robinet
7. le remplacement de la conduite en acier par un tube en PEHD sur un tronçon de 3 m.

La figure 2 présente les résultats obtenus (pour des débits différents) avec quatre des mesures

précitées, mises en œuvre sur une conduite d'eau d'un diamètre nominal DN 1/2".

Ce graphique démontre que l'installation d'un tube souple ou d'une section de conduite en PEHD en amont du robinet n'a aucune incidence, ou très peu, sur l'effet du coup de bélier. Les pressions enregistrées dans ces cas sont en effet quasiment identiques à celles atteintes en l'absence de ces dispositifs. L'installation d'un antibélier à proximité du robinet s'avère en revanche très efficace. Une performance très légèrement améliorée par la mise en place de deux antibéliers.

L'influence des autres mesures de protection sera explicitée dans la version intégrale du présent article, notamment :

- l'installation d'un antibélier à distance éloignée du robinet (efficacité moindre)
- la mise en place d'un groupe de sécurité en amont du robinet (diminue le choc)
- le remplacement d'un long tronçon de conduite en acier par un tube en PEHD (effet très négatif).

L'étude menée par le CSTC fait apparaître que certaines solutions permettent effectivement de réduire le mécanisme du coup de bélier de façon satisfaisante, alors que d'autres ont très peu d'incidence sur le phénomène et peuvent même dans certains cas l'aggraver. ■

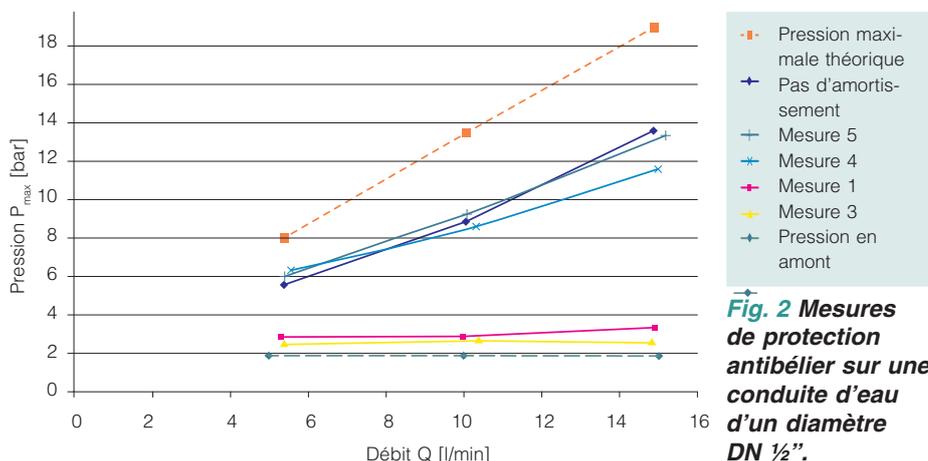


Fig. 2 Mesures de protection antibélier sur une conduite d'eau d'un diamètre DN 1/2".

 [www.cstc.be](http://www.cstc.be)  
LES DOSSIERS DU CSTC N° 3/2010

La version intégrale de cet article est téléchargeable sur notre site Internet.

**A** l'heure actuelle, les réglementations PEB des trois Régions ne prennent pas encore en compte les nœuds constructifs dans le calcul des pertes par transmission. Plusieurs études ont cependant montré que l'impact de ces nœuds sur les déperditions n'était pas négligeable. De plus, leur importance relative est d'autant plus grande que le niveau d'isolation du bâtiment s'améliore. A l'initiative des trois Régions, une méthode permettant de tenir compte de l'impact des nœuds constructifs dans la réglementation PEB a dès lors été développée.



↳ A. Tilmans, ir., chercheur à la division 'Climats, équipements et performance énergétique', CSTC  
D. Van Orshoven, ir., chef adjoint de la division 'Climats, équipements et performance énergétique', CSTC

Cette méthode a pour objectif principal d'inciter à la bonne conception thermique des détails de construction et comporte une approche simple parmi ses options. Actuellement, la prise en compte des nœuds constructifs n'est pas encore obligatoire dans les réglementations, mais elle devrait le devenir prochainement. Les lignes principales de la méthode sont décrites ci-dessous. Cette dernière ne s'intéresse qu'aux nœuds constructifs; les autres interruptions de l'isolation, propres à la paroi, doivent être prises en compte dans le coefficient de transmission thermique (la valeur U) de la paroi.

## 1 OPTIONS PRINCIPALES

Trois options principales sont proposées pour les nœuds constructifs :

- **option A** : la prise en compte par calcul détaillé



### INFORMATIONS UTILES

Le terme 'nœud constructif' désigne :

- les jonctions linéaires entre les différentes parois de la surface de déperdition d'un bâtiment
- les interruptions linéaires et ponctuelles de la couche isolante des parois, pour autant qu'elles ne soient pas propres aux parois (crochets de mur, ossature, ...).

L'ensemble des ponts thermiques se divise donc dans le nouveau cadre réglementaire, d'une part, en nœuds constructifs et, d'autre part, en interruptions de l'isolation, propres à la paroi.

# Nœuds constructifs et niveau K

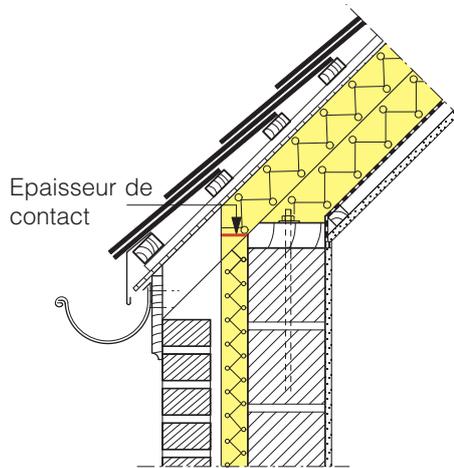


Fig. 1 Epaisseur de contact minimale.

taillé. Cette approche classique consiste à prendre en compte chaque nœud constructif de manière individuelle à l'aide de sa longueur ou du nombre de nœuds et de son coefficient linéique ou ponctuel de transmission thermique

- **option B** : la méthode des nœuds 'PEB-conformes'. L'objectif est de simplifier le travail lié aux nœuds constructifs tout en considérant leur impact et en encourageant leur amélioration. Tous les nœuds du bâtiment sont divisés en deux catégories : d'une part, les nœuds PEB-conformes, qui répondent à quelques règles simples (cf. § 2), et, d'autre part, les nœuds qui ne sont pas PEB-conformes. Un petit supplément forfaitaire équivalent à 3 points sur le niveau d'isolation thermique global K du bâtiment est comptabilisé pour les nœuds appartenant à la première catégorie, alors que les autres sont pris en compte en supplément à l'aide d'un calcul détaillé (comme pour l'option A). Si un nœud est plus performant que la limite fixée pour les nœuds PEB-conformes, celui peut également être valorisé en l'introduisant de manière détaillée
- **option C** : option choisie si on ne souhaite prêter aucune attention aux nœuds constructifs. Dans ce cas, une pénalité forfaitaire équivalente à 10 points-K est prévue.

## 2 CONDITIONS DE CONFORMITÉ

Un nœud est considéré comme PEB-conforme (dans l'option B), s'il répond au moins à une des conditions suivantes :

- il respecte au moins une des règles de base :
  - épaisseur de contact suffisante entre les couches isolantes adjacentes (cf. figure 1)

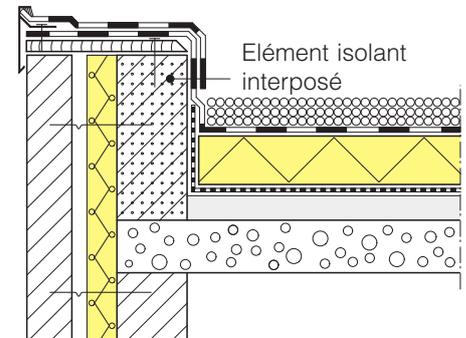


Fig. 2 Interposition d'un isolant.

- critères s'appliquant sur des éléments isolants interposés (cf. figure 2)
- longueur minimale du chemin de moindre résistance thermique (cf. figure 3)
- son coefficient linéique de transmission thermique est plus petit qu'une valeur limite, définie en fonction du type de nœud (0,15 W/mK pour un angle rentrant, 0,1 W/mK pour les raccords autour des portes et fenêtre, p. ex.).

Finalement, des valeurs par défaut (en général plutôt négatives) sont également données pour les coefficients linéiques et ponctuels de transmission thermique. Elles peuvent être utilisées dans l'option A ou B.

Cet article n'est qu'un résumé succinct de la méthode de prise en compte des nœuds constructifs. Vous trouverez tous les détails dans un document explicatif et dans des modules de formation disponibles prochainement sur [www.ibgebim.be](http://www.ibgebim.be) et [energie.wallonie.be](http://energie.wallonie.be). ■

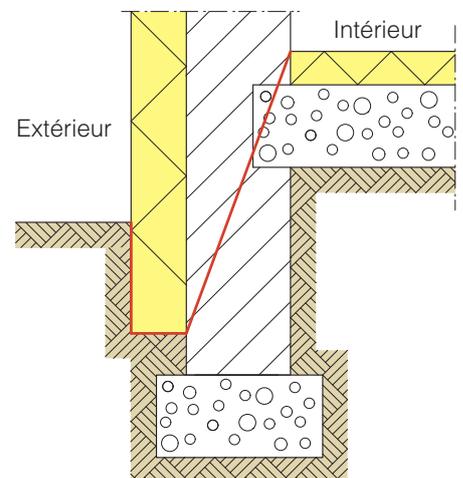
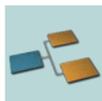


Fig. 3 Schéma de principe du chemin de moindre résistance thermique.

**L**e secteur de la construction doit mieux communiquer pour mieux construire. Il doit entrer dans une nouvelle dynamique liée aux technologies numériques, aux nouveaux modes de communication et à l'émergence de nouvelles pratiques de métier.



✍ F. Suain, ing., conseiller, division 'Gestion, qualité et techniques de l'information', CSTC

Cette guidance technologique, qui rassemble le CSTC, le CRR (1) et le CETIC (2) vise à favoriser l'intégration des TIC, c'est-à-dire des technologies de l'information et de la communication, dans le processus de construction en accompagnant les entrepreneurs dans leur démarche d'informatisation.

Les moyens d'actions sont nombreux. Des événements de sensibilisation seront organisés durant le deuxième semestre de 2010 et en 2011. Des thèmes aussi variés que les logiciels de calculs de prix, de planning ou encore l'utilisation d'un portail de projet seront notamment abordés (consultez régulièrement la rubrique 'Agenda' du site du CSTC pour plus d'information sur les événements à venir : [www.cstc.be](http://www.cstc.be)).

Les collaborateurs du CSTC, du CRR et du CETIC sont également à votre disposition pour vous apporter une aide directe et personnalisée dans le choix et l'implantation d'un système informatique. D'autre part, l'entrepreneur étant par définition un travailleur mobile, la guidance met en place un groupe de travail destiné à réaliser une veille technologique sur le thème des solutions mobiles. A ce titre, tout entrepreneur souhaitant partager son expérience est le bienvenu dans ce groupe de travail.

Les thèmes abordés par la guidance sont les suivants :

- **les solutions mobiles connectées** : rendre l'information nécessaire là où l'entrepreneur se trouve, en ce compris l'information technique

- **les solutions visant à optimiser les ressources** : faciliter le transfert des données entre le chantier et l'entreprise (dispatching et reporting), géolocaliser le matériel, ...
- **les solutions pour optimiser les temps d'exécution** : planifier les activités et les ressources de l'entreprise
- **l'harmonisation des pratiques** des différents intervenants de l'amont vers l'aval, sur toute la chaîne numérique de l'acte de construire (l'utilisation par les partenaires de chartes graphiques standardisées, p. ex.)
- **l'optimisation des processus** et ce, tant en phase de conception, d'offre, de commande, d'achat, de préparation et d'exécution de chantier
- **les portails de projets et la gestion des documents** : instaurer une gestion collaborative entre les différents partenaires du projet.

La guidance s'adresse en Région wallonne aux entreprises actives dans le secteur de la construction et plus spécifiquement aux PME et aux artisans. Elle vise dans son axe 'portails de projets' les différents partenaires d'un projet.

# Guidance technologique 'ConstrucTic'



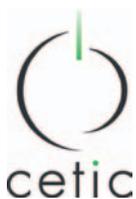
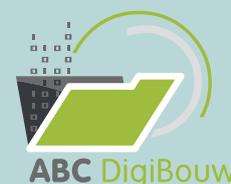
Dans le contexte actuel, il est essentiel que l'entrepreneur innove et mette tout en œuvre pour réduire ses coûts. Une plus grande utilisation des TIC doit permettre à l'entreprise de construction d'être plus compétitive et de rendre les processus de réalisation plus efficaces. En outre, une plus grande intégration des données dans le processus doit permettre à l'entrepreneur de réaliser des ouvrages de meilleure qualité et à moindre coût, tout en respectant des exigences de délai de plus en plus contraignantes.

Pour plus d'informations, veuillez contacter la division 'Gestion, qualité et techniques de l'information' du CSTC via l'adresse mail suivante : [gebe@bbri.be](mailto:gebe@bbri.be).



## ABC DigiBouw

Pour les entrepreneurs néerlandophones, le projet ABC DigiBouw a été mis en place. Il s'agit d'une collaboration entre le CSTC, la VCB, la BouwUnie et l'OCW. Son objectif est d'accompagner les entrepreneurs dans l'informatisation de leur entreprise.



(1) Centre de recherche routière.

(2) Centre d'excellence en technologies de l'information et de la communication.

# CALE : précurseur de la PEB

Initiée par la Région wallonne, l'action 'Construire avec l'énergie' (CALE) constitue depuis février 2004 une approche volontaire pour construire des logements plus performants que ne l'exige la réglementation en vigueur. Cette initiative a permis d'engranger six années d'expérience avant le début de la deuxième phase de mise en œuvre de la performance énergétique des bâtiments (PEB) en Région wallonne en mai 2010.



↳ D. Langendries, ir., chef de projet, division 'Energie et bâtiment', CSTC  
G. Lethé, ir., chercheur au laboratoire 'Caractéristiques énergétiques', CSTC

La pleine mise en application de la réglementation PEB en Région wallonne est aujourd'hui devenue réalité : depuis le 1<sup>er</sup> mai 2010, il faut non seulement construire des logements, immeubles de bureaux et écoles présentant un niveau d'isolation thermique global inférieur à K45, mais également veiller à ce que le niveau de consommation en énergie primaire ( $E_w$ ) soit inférieur à 100 et la consommation spécifique ( $E_{spec}$ ) à 170 kWh/m<sup>2</sup> par an pour les bâtiments résidentiels (1).

En 2004, année de son lancement, l'action 'Construire avec l'énergie' (2) prenait déjà les devants : les professionnels partenaires s'engageaient à respecter une charte énergétique pour la conception et la réalisation de leurs projets. Cette charte évolutive est basée sur différents critères énergétiques ayant trait à l'enveloppe et aux systèmes, notamment l'obligation d'atteindre un niveau K45 dès la première phase de l'action et de respecter des exigences  $E_w < 100$  et  $E_{spec} < 170$  kWh/m<sup>2</sup> par an en seconde phase (depuis octobre 2007). En janvier 2010, le niveau K est passé à 35, le niveau  $E_w$  à 70 et l'exigence  $E_{spec}$  à 120 kWh/m<sup>2</sup> par an, tandis qu'une nouvelle exigence d'étanchéité à l'air du bâtiment a été introduite :  $\dot{v}_{50} \leq 6$  m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup>.

## 1 CÔTÉ CHIFFRES

En première période de l'action (CALE1), le niveau d'isolation moyen était de K37 et les systèmes de ventilation naturelle ou par extraction simple flux ont fréquemment été rencontrés (respectivement 19 et 22 %). En seconde phase (CALE2), le niveau K moyen a baissé de six points et l'usage de systèmes de ventilation

mécanique double flux est devenu de plus en plus fréquent (85 % contre 58 % pour CALE1).

Des statistiques complémentaires, établies sur 426 maisons individuelles répondant aux critères de cette seconde phase, ont montré que les bons résultats observés du côté des niveaux K se reflètent en général également sur le niveau  $E_w$  moyen et sur la consommation spécifique moyenne, bien inférieurs aux limites de la charte CALE2 (cf. figure). Notons que des bâtiments présentant le même niveau K peuvent présenter un niveau  $E_w$  radicalement différent : l'utilisation de l'électricité pour le chauffage ou l'eau chaude sanitaire explique ce genre de pénalisation.

## 2 PAROI PAR PAROI, SYSTÈME PAR SYSTÈME

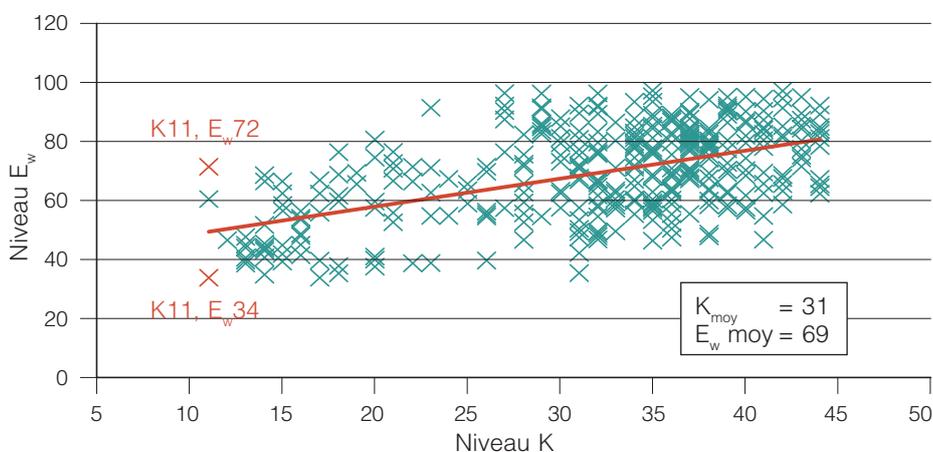
Dans tous les logements, qu'ils soient fortement isolés ou non, l'analyse des statistiques montre que, après les fenêtres (plus de 35 %), ce sont les murs qui, proportionnellement, contribuent le plus aux déperditions par transmission (plus de 25 %). La toiture est un élément participant peu aux déperditions (15 % en moyenne), ce qui est compréhensible vu qu'il est aisé d'y placer de grandes épaisseurs d'isolant.

Au stade du projet, base de nos statistiques, les appareils à combustion (gaz : 36 %, mazout : 15 % et bois : 15 %) constituent le premier choix des candidats bâtisseurs pour chauffer

une habitation. L'électricité est également souvent envisagée (pompes à chaleur : 29 % et chauffage électrique par résistance : 5 %), bien que plus d'un quart des personnes ayant initialement choisi les systèmes électriques (directs ou pompes à chaleur) signalent des appareils à combustion lors de la demande d'attestation CALE. De manière globale, la répartition des vecteurs énergétiques rencontrés pour le chauffage se retrouvent pour la production d'eau chaude sanitaire. Notons cependant que dans les maisons faisant usage d'un chauffage local (14 % des projets), l'eau chaude sanitaire est produite par électricité directe dans près de la moitié des cas, choix étonnant au vu du très faible rendement en termes de consommation d'énergie primaire de ce type de solution.

Les candidats bâtisseurs sont 41 % à envisager de recourir à l'énergie solaire en début de projet (5,65 m<sup>2</sup> de panneaux solaires thermiques en moyenne par maison). Seulement 5 % des projets font appel au solaire photovoltaïque, dont plus de la moitié sont équipés à la fois de cellules photovoltaïques et d'un système solaire thermique. ■

 [www.cstc.be](http://www.cstc.be)  
LES DOSSIERS DU CSTC n° 3/2010  
La version intégrale de cet article est téléchargeable sur notre site Internet.



Relation entre niveau de consommation en énergie primaire  $E_w$  et niveau K.

(1) Cf. 'Réglementation sur la performance énergétique des bâtiments : du nouveau à Bruxelles et en Wallonie' dans Les Dossiers du CSTC, n°2/2010, cahier n° 18.  
(2) L'encadrement de l'action CALE est assuré par un consortium constitué du Centre scientifique et technique de la construction (CSTC), de la Confédération construction wallonne (CCW), de l'Institut de formation en alternance des petites et moyennes entreprises (IFAPME), de l'Université catholique de Louvain (UCL), de l'Université de Liège (ULg), de l'Université de Mons (UMons) et de l'Union wallonne des architectes (UWA).

# Formations du CSTC



## Placeurs de portes résistant au feu

- Les 28 et 30 septembre et les 5 et 7 octobre 2010, de 18h00 à 21h00, CSTC, avenue Pierre Holoffe 21, 1342 Limelette.

## Isolation des murs par l'intérieur

- Le 16 septembre 2010, de 13h00 à 17h00, Bâtiment Conscience, boulevard du Roi Albert II 15, 1210 Bruxelles.

## Informatique et construction

- Le 21 septembre 2010, de 17h00 à 20h00, Chambre de la construction de Mons, rue de la Réunion 2, 7000 Mons
- Le 7 octobre 2010, de 17h00 à 20h00, Confédération Construction Luxembourg, rue Fleurie 2, 6800 Libramont (Chevigny)
- Le 14 octobre 2010, de 17h00 à 20h00, Chambre de la construction de Liège, galerie de la Sauvenière 5, 4000 Liège.

## Peintures et développement durable : une approche multiple

- Le 23 septembre 2010, de 09h00 à 17h00, Centre de compétence 'FOREM Formation Pigments', quai du Pont Canal 5, 7110 Strépy-Bracquegnies.

## Impact des constructions 'basse énergie' sur le gros œuvre

- Le 18 octobre 2010, de 18h30 à 20h00, Confédération Construction Hainaut Occidental, rue du Follet 10, 7540 Tournai (Kain)
- Le 28 octobre 2010, de 19h00 à 20h30, Confédération Construction Verviers, rue du Palais 25-27, 4800 Verviers
- Le 28 octobre 2010, de 19h00 à 20h30, Confédération Construction, rue du Lombard 42, 1000 Bruxelles.

## Eclairage intérieur

- Le 4 novembre 2010, de 14h à 17h15, Bâtiment Conscience, boulevard du Roi Albert II 15, 1210 Bruxelles.

## MS Project 2010 : quoi de neuf ?

- Le 21 octobre 2010, de 14h00 à 17h00, CSTC, avenue Pierre Holoffe 21, 1342 Limelette.

## CPRO : applications CSTC pour le calcul du prix de revient au moyen d'Excel

- Le 18 novembre 2010, de 14h00 à 17h00, CSTC, avenue Pierre Holoffe 21, 1342 Limelette.

## Plateformes collaboratives basées sur le Web (portails de projet)

- Le 9 décembre 2010, de 14h00 à 17h00, CSTC, avenue Pierre Holoffe 21, 1342 Limelette.

## 1<sup>er</sup> congrès international sur les ETICS

- Le 29 septembre 2010, de 10h00 à 17h30, Albert Hall, chaussée de Wavre 649-651, 1040 Bruxelles.

## FORMATIONS

- Pour plus d'informations au sujet des formations, contactez J.-P. Ginsberg ([info@bbri.be](mailto:info@bbri.be)) par téléphone (02/655.77.11) ou par fax (02/653.07.29)
- Lien utile : [www.cstc.be](http://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, 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](http://www.cstc.be)

# CSTC

## BRUXELLES

### Siège social

Rue du Lombard 42  
B-1000 Bruxelles

direction générale  
tél. 02/502 66 90  
fax 02/502 81 80  
e-mail : [info@bbri.be](mailto:info@bbri.be)  
site web : [www.cstc.be](http://www.cstc.be)

## ZAVENTEM

### Bureaux

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

avis techniques - interface et consultance  
communication  
gestion - qualité - techniques de l'information  
développement - valorisation  
agrément techniques  
normalisation

### *publications*

tél. 02/529 81 00  
fax 02/529 81 10

## LIMELETTE

### Station expérimentale

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

recherche et innovation  
laboratoires  
formation  
documentation  
bibliothèque

## HEUSDEN-ZOLDER

### Centre de démonstration et d'information

Marktplein 7 bus 1  
B-3550 Heusden-Zolder  
tél. 011/22 50 65  
fax 02/725 32 12

Centre de compétence TIC pour les professionnels de la construction (ViBo)