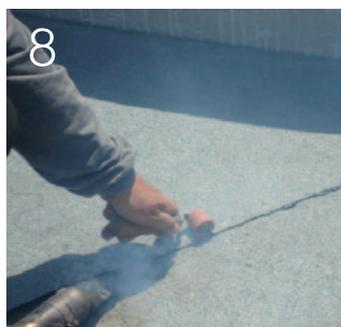




- L'aménagement** des greniers (p. 2)
- Résistance** à l'effraction des éléments de façade menuisés (p. 5)
- Mortiers d'enduit** (p. 11)
- Compatibilité des peintures** (p. 14)
- Méthodes de construction** pour améliorer l'isolation acoustique entre appartements (p. 19)



SOMMAIRE JUIN 2010

- 1 Le CSTC-Digest renaît de ses cendres
- 2 L'aménagement des greniers
- 3 Coûts financiers et impact environnemental
- 4 Cohésion apparente des sols non saturés
- 5 Résistance à l'effraction des éléments de façade menuisés
- 6 Isolation acoustique des toitures à versants
- 8 Stockage et pose des membranes d'étanchéité autoadhésives
- 10 Résistance du verre en flexion
- 11 Mortiers d'enduit
- 12 Résistance de la pierre naturelle au glissement
- 13 Etanchéité à l'eau sous carrelage collé
- 14 Compatibilité des peintures
- 16 Dimensionnement et installation d'un vase d'expansion
- 17 Aptitude à l'emploi des tuyaux sanitaires et/ou de chauffage
- 18 La certification énergétique des bâtiments
- 19 Méthodes de construction pour améliorer l'isolation acoustique entre appartements (2)
- 20 Les BIM, modèles constructifs de demain

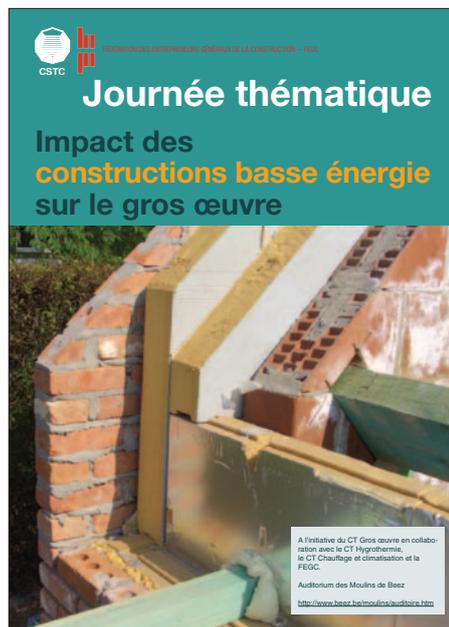
À n'en pas douter, l'avenir du secteur se forgera dans la recherche, l'innovation et dans l'information et la formation des acteurs. Solidement ancré dans l'histoire et résolument tourné vers l'avenir, le CSTC est aujourd'hui plus que jamais le Centre de référence pour construire notre futur.

Crée en 1993 sous forme de triptyque abondamment illustré, la série des Digests du CSTC traite de sujets techniques sous un angle pratique. Cette série fait aujourd'hui sa réapparition avec la publication de trois documents consacrés aux chaudières à condensation.

DES INFORMATIONS ACCESSIBLES : LA CLÉ DU SUCCÈS

Dans le cas d'une installation de chauffage neuve, la chaudière à condensation constitue aujourd'hui une option généralement évidente. Le plus grand potentiel d'économie réside cependant dans le **secteur de la rénovation** : 80 % des chaudières à condensation vendues sont destinées au remplacement d'anciens appareils. La NIT 235 'La chaudière à condensation' fournit toutes les informations nécessaires au professionnel afin de mettre en œuvre ce type de chaudière, en toute connaissance de cause, dans des projets de construction neuve et de rénovation.

Les trois CSTC-Digests tout juste sortis de presse reprennent le contenu de la NIT 235 sous une forme plus 'digeste', élargissant ainsi davantage l'offre d'informations pour tous les professionnels de la construction. Outre cette forme adaptée, les Digests sont imprimés sur un papier plus épais et se prêtent donc parfaitement à de nombreuses manipulations, voire à une consultation sur chantier. Le choix de scinder la NIT 235 en trois fascicules – 'Avantages et principe de fonctionnement', 'Une nouvelle installation de chauffage' et 'Remplacement d'une chaudière existante' – s'explique par une volonté de rendre l'information plus directement accessible.



Le CSTC-Digest renaît de ses cendres

La Note d'information technique n° 237 'Revêtements de sol intérieurs en carreaux céramiques' fera bientôt, elle aussi, l'objet d'un CSTC-Digest, permettant à chaque partenaire de la construction, et plus particulièrement à l'entrepreneur spécialisé, de bénéficier d'une information sur mesure.

CONSTRUCTIONS 'BASSE ÉNERGIE' : PLACE À L'INNOVATION

Bien que les constructions 'basse énergie' aient le vent en poupe, beaucoup pensent encore, à tort, que les maisons de ce type ne peuvent être réalisées qu'avec une **ossature en bois**. Les techniques plus 'traditionnelles' offrent en réalité des solutions très intéressantes.

Les méthodes de construction des habitations 'basse énergie' font la part belle à l'innovation, surtout sur le plan des détails. Le Comité technique 'Gros œuvre' a dès lors organisé deux **journées thématiques** à ce sujet en collaboration avec la Fédération des entrepreneurs généraux de la construction (FEGC) et les Comités techniques 'Hygrothermie' et 'Chauffage et climatisation'. Les participants ont ainsi pu prendre connaissance des possibilités de mise en œuvre des constructions 'basse énergie', de leurs avantages et inconvénients, de leurs points faibles, de leur impact environnemental, des détails acoustiques, etc.



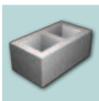
RAPPORT ANNUEL 2009 EN LIGNE

Comme chaque année, vous avez la possibilité de télécharger sur notre site Internet un rapport reprenant l'ensemble des activités du CSTC. 2009 fut une année clé. Ce fut celle de la célébration des 50 ans d'existence du Centre. Ce dernier a également gardé les yeux fixés sur l'avenir avec toujours la même priorité : améliorer la qualité et la compétitivité des professionnels du secteur.

Cette compétitivité peut être améliorée par un usage intensif des **technologies de l'information et de la communication (TIC)**. Le Centre intensifiera dès lors ses projets de recherche et d'information en la matière et organisera également un nouveau Roadshow afin de promouvoir son site Internet. Outre les 1200 normes, de nombreux outils numériques sont actuellement développés à ce sujet.

« À n'en pas douter, l'avenir du secteur se fera dans la recherche, l'innovation et dans l'information et la formation des acteurs. Solidement ancré dans l'histoire et résolument tourné vers l'avenir, le CSTC est aujourd'hui plus que jamais le Centre de référence pour construire notre futur » déclarent Jacques Gheysens et Jan Venstermans, respectivement président et directeur général du CSTC, dans ce dernier rapport annuel. ■

Cet article fait suite à un article précédent traitant de la rénovation des caves (CSTC-Contact n° 22 et Cahier 18 des Dossiers du CSTC n° 2/2009). Il s'inscrit dans une tendance actuelle qui vise à valoriser au mieux l'ensemble des espaces disponibles compte tenu du coût de l'immobilier.



↳ Article rédigé par l'équipe de conseillers technologiques en Région bruxelloise (*).

Si les combles représentent des volumes privilégiés dans ce contexte, leur transformation en espaces habitables ne va pas sans une bonne reconnaissance des lieux et des objectifs de confort à atteindre, d'autant que leur fonction initiale se limite le plus souvent à des locaux inhabitables servant de zone tampon entre l'environnement extérieur et l'habitat.

1 CONTRAINTES PARTICULIÈRES AUX ESPACES SOUS TOITURES

L'aménagement des greniers nécessite impérativement une charpente en bon état et une parfaite étanchéité à l'eau de l'ensemble de la toiture. Pour les anciens bâtiments, cette contrainte s'accompagne d'une vérification de l'état des poutres, de leurs encastremets, des matériaux de couverture (tuiles, ardoises, ...), de l'étanchéité de la sous-toiture (souple ou rigide), etc.

En cas d'aménagement en logement, un soin tout particulier sera apporté à l'isolation thermique. Il y aura lieu de prévoir la mise en place d'un isolant sur des épaisseurs non négligeables, de même qu'une bonne étanchéité à l'air du complexe de toiture. Ces travaux

L'aménagement d'un grenier nécessite impérativement une charpente en bon état.



visent bien évidemment à réduire très sensiblement la facture de chauffage en période hivernale, mais également à minimiser les risques de surchauffe en été. Pour garantir le confort d'été, il conviendra de placer des protections solaires sur les surfaces vitrées et d'installer un système efficace de ventilation nocturne.

Selon l'utilisation des lieux (en chambres, par exemple) et la situation du bâtiment, on envisagera la mise en place d'une isolation acoustique. Pour ces espaces particulièrement exposés aux bruits aériens, l'application du principe 'masse-ressort-masse' devrait permettre d'atteindre des isolements très efficaces répondant aux critères des normes actuellement en vigueur, même lorsque l'habitation se situe en zone aéroportuaire. Toutefois, si la toiture présente une haute isolation acoustique, il sera difficile d'y intégrer des fenêtres sans détériorer les performances de l'ensemble.

D'autres interventions seront probablement à prévoir afin d'améliorer la sécurité, l'accessibilité, l'éclairage, et d'équiper les locaux d'une installation électrique, de chauffage, de sanitaires, ... Leur importance dépendra directement du degré de confort recherché et des législations en vigueur – fonction de la nouvelle affectation des locaux –, la situation la plus contraignante concernant la mise en location des lieux.

2 CHARPENTES

Dans le cas de bâtiments récents, l'aménagement peut s'avérer plus problématique, dans la mesure où l'on se trouve souvent en présence de charpentes industrialisées, multipliant le nombre de fermes et limitant les hauteurs libres ainsi que les surfaces récupérables.

Par contre, comme les charpentes traditionnelles libèrent des volumes importants, l'aménagement des greniers en locaux habités se révèle en général moins délicat que celui des caves. Néanmoins, il importe que les travaux soient entrepris par des professionnels disposant des compétences nécessaires, car des interventions inadaptées ou mal réalisées ne permettront pas d'obtenir le confort souhaité et risquent même d'entraîner des dégâts à moyen terme. On remarquera également que si les aspects d'humidité sont sans aucun doute la problématique la plus contraignante lors de l'aménagement des caves, le confort thermique et acoustique constitue un défi supplémentaire lors de l'aménagement des greniers en logement. ■



www.cstc.be
LES DOSSIERS DU CSTC n° 2/2010

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

(*) Guidance technologique 'Ecoconstruction et développement durable' subsidiée par la Région bruxelloise.

Le secteur de la construction a montré ces dernières années un intérêt croissant pour le développement durable. Néanmoins, il n'existe jusqu'à présent que très peu d'informations objectives en ce qui concerne le caractère écologique des divers concepts de construction. Le CSTC mène, depuis quelques années déjà, des recherches visant à améliorer ses connaissances en matière d'environnement dans la construction.



✎ K. Putzeys, ir.-arch., chef adjoint du laboratoire 'Développement durable', CSTC

1 AU NIVEAU DU BÂTIMENT

Vu la durée de vie des bâtiments, il importe de prêter attention à leur impact environnemental dès la conception. Voilà pourquoi le CSTC a développé, dans le cadre du projet de recherche fédéral SuFiQuad⁽¹⁾ et en collaboration avec la K.U.Leuven et le VITO (Institut flamand de recherche technologique), une méthodologie visant à déterminer les coûts financiers et l'impact environnemental des bâtiments résidentiels tout au long de leur vie.

Cette méthodologie fait appel à une analyse du cycle de vie (ACV) basée sur trois phases :

- la **phase initiale**, qui précède la mise en service du bâtiment, englobe la fabrication des produits de construction requis, le transport des matériaux jusqu'au chantier et la phase de construction proprement dite
- la **phase d'utilisation** comporte tant le nettoyage, l'entretien et les éventuels remplacements que la consommation énergétique
- la **phase de fin de vie** commence au moment de la démolition du bâtiment et se poursuit par le transport des déchets de démolition et le traitement de leurs diverses fractions.

Pour parvenir à une conclusion univoque, l'impact environnemental d'un bâtiment peut être exprimé par un score chiffré unique. Pour ce faire, on peut attribuer une valeur monétaire (coûts environnementaux) aux divers impacts environnementaux (0,05 €/kg d'émission de CO₂, p. ex.). Le coût environnemental total peut ainsi être calculé pour tout le cycle de vie. Les coûts financiers d'un bâtiment tout au long de sa vie peuvent être calculés de façon similaire par une analyse des coûts du cycle de vie (CCV). Enfin, la solution la plus adéquate peut être sélectionnée sur la base du coût total (coûts financiers + environnementaux).

(1) SuFiQuad : *Sustainability, Financial and Quality evaluation of Dwelling types*, subsidié par le SPP Politique scientifique.

(2) La consommation énergétique n'est calculée, en principe, qu'au niveau du bâtiment, mais est également importante au niveau de l'élément afin de déterminer l'influence de l'isolation.

Coûts financiers et impact environnemental

2 AU NIVEAU DE L'ÉLÉMENT

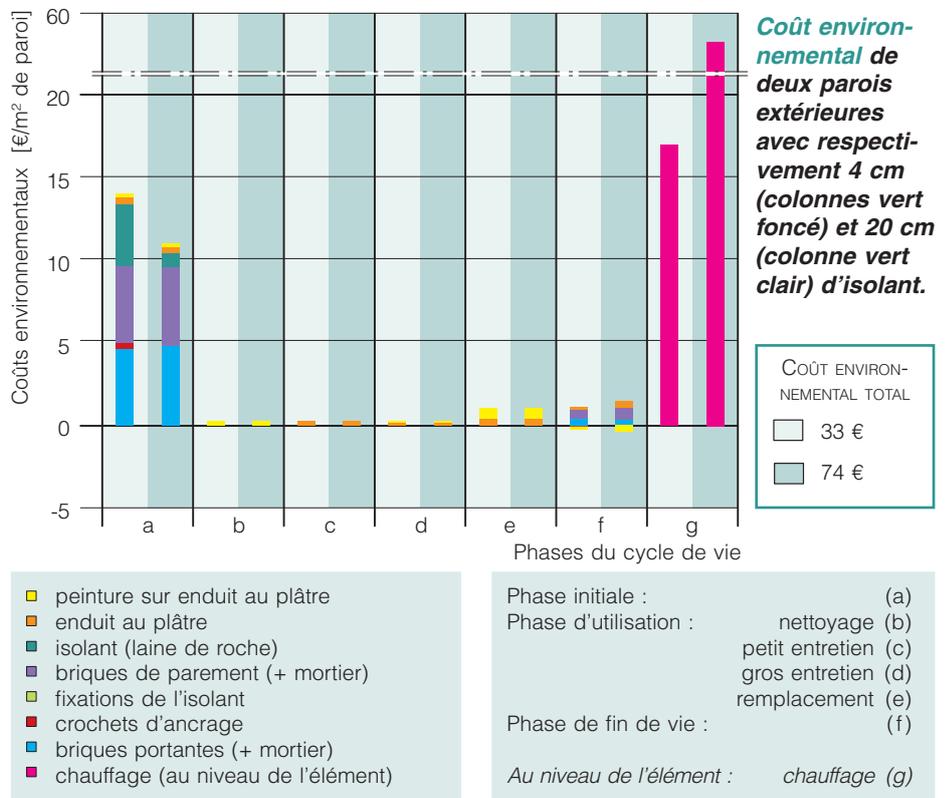
Lors de l'exécution d'une étude ACV ou CCV au niveau de l'élément de construction, il convient de tenir compte de la consommation énergétique⁽²⁾ afin d'éviter qu'un renforcement de l'isolation n'entraîne qu'une hausse du coût des matériaux (sans prise en compte de la réduction de la consommation énergétique). Cette consommation peut être calculée sur la base d'un besoin de chauffage déterminé (nombre de degrés-jours équivalents) et de la valeur U de l'élément.

Il existe, pour chaque élément du bâtiment, diverses solutions techniques qui se distinguent principalement au niveau de la structure portante, de l'isolation et de la finition intérieure ou extérieure. Une analyse détaillée des coûts financiers et de l'impact environnemental permet d'opter pour une solution appropriée. Comme une analyse de toutes les combinaisons de solutions nous mènerait trop loin, nous avons effectué des analyses partielles pour lesquelles nous

n'avons modifié chaque fois qu'un seul composant de l'élément de construction.

L'histogramme ci-dessous permet de comparer les coûts environnementaux de deux parois constituées toutes deux d'une maçonnerie portante avec une coulisserie partiellement isolée (respectivement 4 et 20 cm de laine de roche). Le parement est constitué de briques de terre cuite et l'enduit intérieur à base de plâtre est recouvert d'une peinture. La consommation énergétique engendre dans les deux cas les coûts les plus élevés, mais sa contribution relative au coût environnemental total dépend fortement du degré d'isolation. Deuxième poste le plus coûteux, les coûts environnementaux initiaux sont dominés par les dépenses liées à la structure portante et à la finition de façade. Enfin, la comparaison du coût environnemental des divers isolants est d'importance secondaire.

Nous traiterons plus en détail des variations de la structure et de l'isolation des parois extérieures dans une prochaine publication. ■



Cohésion apparente des sols non saturés

Les méthodes traditionnelles de dimensionnement des pentes, qu'il s'agisse de fouilles, de tranchées ou d'excavations soutenues, négligent l'effet de succion qui se manifeste dans les sols non saturés (au-dessus de la nappe phréatique et à l'abri des précipitations) et leur confère une cohésion apparente et une résistance au cisaillement complémentaires. Le présent article décrit comment prendre en compte l'effet positif de la succion dans le dimensionnement des fouilles et soutènements au travers d'un paramètre de résistance au cisaillement complémentaire appelé 'cohésion matricielle' ou 'cohésion apparente'.



↳ V. Whenham, ir., chef de projet, laboratoire 'Mécanique des sols & monitoring', CSTC
P. Ganne, dr. ir., chercheur, laboratoire 'Mécanique des sols & monitoring', CSTC
M. De Vos, ir., chef du laboratoire 'Mécanique des sols & monitoring', CSTC

1 DÉFINITION DE LA COHÉSION APPARENTE

La résistance au cisaillement complémentaire liée à la succion peut s'exprimer comme suit :

$$c_a = (u_a - u_w) \operatorname{tg}\varphi^b$$

où :

- c_a : la cohésion apparente liée à la succion [kPa]
- u_a : la pression atmosphérique [kPa]
- u_w : la contrainte interstitielle [kPa]
- $(u_a - u_w)$: la succion matricielle [kPa]
- φ^b : la variable caractérisant la relation entre succion et cohésion apparente liée à la succion [-].

En première approche, une valeur sécuritaire est obtenue par :

$$\operatorname{tg}\varphi^b = 0,5 \cdot \operatorname{tg}\varphi'$$

D'autres formules pour $\operatorname{tg}\varphi^b$ ont été suggérées sur la base du degré de saturation dans le sol et, éventuellement, de son indice de plasticité. Elles mènent généralement à des valeurs moins conservatives du paramètre $\operatorname{tg}\varphi^b$ et nécessitent une meilleure reconnaissance du sol en place. Le paramètre $\operatorname{tg}\varphi^b$ peut également être obtenu, pour un site donné, sur la base d'essais de compression simple sur échantillons non remaniés.

2 MESURE DE SUCCION *IN SITU*

La règle d'or pour prendre en compte l'effet favorable de la succion dans les calculs est de s'assurer de sa présence. Pour ce faire, l'option la plus sûre est de mesurer cette succion

Pentes maximales obtenues par calcul pour un facteur de sécurité égal à 1 et un angle de frottement effectif φ' de 34° (β = angle, L = longueur, cf. figure 1).

| Hauteur h | 5 m | | 7 m | | 10 m | | 15 m | |
|--|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| | β [°] | L [m] |
| Sans prise en compte de la succion : $c_a = 0$ kPa | 34 | 7,4 | 34 | 10,4 | 34 | 14,8 | 34 | 22,2 |
| Avec prise en compte de la succion : $c_a = 6,7$ kPa | 65 | 2,3 | 60 | 4 | 50 | 8,5 | 45 | 15 |

in situ tout au long de la durée des travaux. Un aspect très important du phénomène est, en effet, que **la succion régnant dans un sol dépend de la teneur en eau de celui-ci et peut donc varier dans le temps**. Les mesures de succion peuvent être réalisées au moyen de capteurs peu coûteux et (quasi)autonomes (enregistrement et transmission automatiques des données). Leur installation *in situ* demande toutefois une certaine expérience du fait des précautions requises pour leur mise en œuvre. Le CSTC a acquis cette compétence grâce à une recherche financée par le SPF Economie et menée durant six ans, de 2003 à 2009, en collaboration avec R. Charlier (ULg), J.-C. Verbrugge (ULB) et J. Maertens (Jan Maertens bvba & KUL).

3 EXEMPLES D'APPLICATION

Considérant le cas du **talus de Gasthuisberg** (cf. figure 1), le tableau ci-dessus illustre l'effet de la prise en compte de la cohésion apparente de la succion mesurée dans le sol (20 kPa de succion mesurés sur une profon-

deur de 4 m à partir du sommet du talus) sur les pentes maximales obtenues par calcul, sans prise en compte d'un facteur de sécurité ni de la présence de surcharges et sur la base de paramètres intrinsèques estimés pour ce site à $\varphi' = 34^\circ$ et $c' = 0$ kPa. La cohésion apparente déduite des mesures de succion vaut ainsi :

$$c_a = (20 \text{ kPa}) \cdot 0,5 \cdot \operatorname{tg}(34^\circ) = 6,7 \text{ kPa}$$

Dans le cas de la **paroi berlinoise** (cf. figure 2), les calculs menés sans facteur de sécurité indiquent une économie potentielle de 35 % en poids des profilés en acier lorsque la cohésion apparente liée à la succion est prise en compte. Ce résultat est évidemment fonction des caractéristiques du site et ne peut pas être extrapolé pour d'autres chantiers sans que des mesures de succion ne soient réalisées. ■

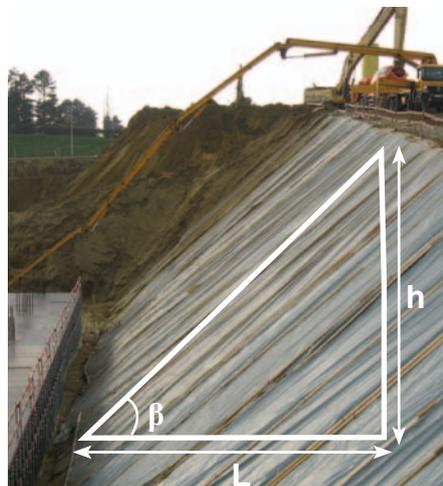


Fig. 1 Talus de Gasthuisberg (Leuven).



Fig. 2 Paroi berlinoise (Wetteren).

 www.cstc.be
LES DOSSIERS DU CSTC N° 2/2010

La version longue de cet article peut être téléchargée sur notre site Internet.

Une tentative de cambriolage toutes les 7 à 8 minutes ! Chaque année, une habitation sur 40 subirait une tentative d'effraction. Sur une durée de cinq ans, on pourrait s'attendre à ce qu'un Belge sur huit soit touché par une tentative d'effraction. Voici quelques estimations révélatrices de l'ampleur du problème. C'est le plus souvent la faible résistance d'une porte ou d'une fenêtre qui permet au cambrioleur de s'introduire dans un bâtiment. S'il n'y parvient pas au bout de cinq minutes, il s'attaquera généralement à une autre habitation. Des mesures sont dès lors mises au point afin de renforcer mécaniquement les éléments de façade menuisés.



↳ V. Detremmerie, ir., chef adjoint du laboratoire 'Eléments de toitures et de façades', CSTC

1 UN NOUVEAU RÉFÉRENTIEL

Les normes NBN EN 1627 à 1630, qui seront ratifiées en 2010, constitueront un référentiel unique au niveau européen pour l'évaluation des performances des menuiseries retardatrices d'effraction. Dès leur parution officielle, elles annuleront et remplaceront les pré-normes européennes NBN ENV 1627 à 1630 publiées en 1999 ainsi que toutes les normes nationales relatives à l'évaluation de ces performances. Ces normes proposeront un système de classification en six catégories (1 à 6 par ordre croissant de résistance à l'effraction) et décriront les méthodes d'essai utilisées afin d'évaluer la résistance de ces éléments sous charge statique, dynamique ainsi qu'aux tentatives d'effraction manuelles. Elles ne fourniront cependant aucune prescription ni recommandation quant à la classe de résistance à prévoir en fonction du type de bâtiment, du niveau de risque, ... Il est toutefois communément admis que des éléments de façade menuisés accessibles depuis l'extérieur (fenêtres, portes, ...) de classe 2 offrent aux bâtiments résidentiels une protection acceptable contre l'effraction. Signalons enfin qu'en Belgique, au moment de la parution de cet article, une réduction d'impôt est octroyée aux citoyens qui sécurisent leur habitation.

2 COMPOSITION DES MENUISERIES RETARDATRICES D'EFFRACTION

La recherche prénormative 'Evaluation des performances des éléments de façade retardateurs d'effraction', clôturée récemment au CSTC, a notamment permis d'élaborer un référentiel

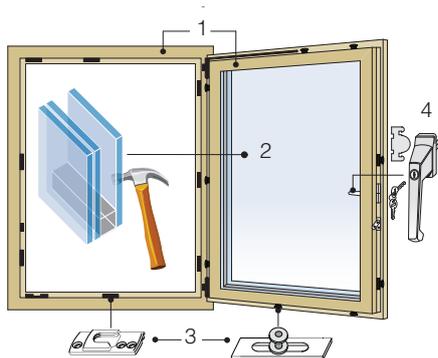
Résistance à l'effraction des éléments de façade menuisés

pour la réalisation de menuiseries retardatrices d'effraction. Les principaux aspects auxquels il convient de veiller pour renforcer la résistance à l'effraction des éléments de façade menuisés sont leur résistance mécanique, le type de vitrage et sa fixation, la quincaillerie et la fixation au gros œuvre. Concernant ce dernier point, il importe que le gros œuvre soit au moins aussi résistant que l'élément de menuiserie. Le nombre de points d'ancrage dans le gros œuvre dépend, entre autres, de la taille de l'élément et des efforts qui s'y exercent (notamment ceux engendrés par une tentative d'effraction).

Pour des éléments de classe 2, il faut prévoir :

- pour les fenêtres oscillo-battantes (cf. figure 1) :
 1. des profilés suffisamment rigides et résistants (de 68 mm pour les profilés en bois, p. ex.)
 2. un vitrage retardateur d'effraction de classe P4A (verre feuilleté avec au moins quatre PVB) au minimum et une fixation adaptée des parcloles (tubulaires pour l'aluminium ou vissage additionnel pour le bois, p. ex.)
 3. des ergots à gorge et des gâches en acier galvanisé (nombre et localisation en fonction des dimensions de l'élément, de la classe visée, ...)
 4. une poignée verrouillable à clé avec protection antiforage du boîtier
- pour les portes extérieures (cf. figure 2) :
 1. un vantail suffisamment rigide (limiter le nombre d'ouvertures), un remplissage non démontable depuis l'extérieur, un vitrage éventuel de maximum 150 mm de large ou retardataire d'effraction de classe P4A au minimum, des jeux limités entre

Fig. 1 Mesures retardatrices d'effraction pour les fenêtres.



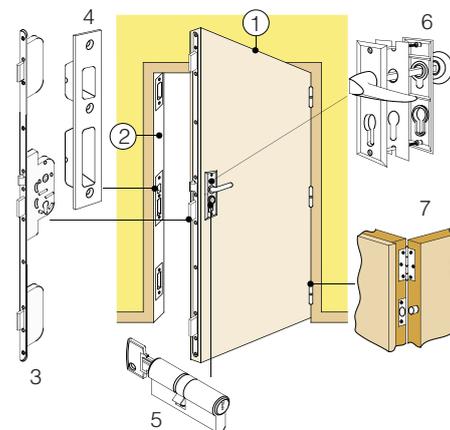
l'ouvrant et le cadre dormant et le sol, ...

2. un cadre suffisamment rigide (58 mm au minimum pour les portes en bois, p. ex.)
3. une serrure multipoint dotée de pènes dormants renforcés (trois au moins, de préférence) de 20 mm de long au minimum
4. des gâches retardataires d'effraction (en acier inoxydable et de 3 mm d'épaisseur au minimum)
5. un cylindre de sécurité renforcé
6. une garniture (rosace ou plaque) de sécurité assurant la protection du cylindre (dépassement limité à 2 mm) et non démontable depuis l'extérieur
7. au moins trois charnières ou paumelles en acier et goujons antidégondage pour les portes ouvrant vers l'extérieur.

3 CONCLUSION

Outre l'isolation thermique et acoustique, la sécurité incendie, le confort visuel, l'esthétique, ... , la résistance à l'effraction devient incontournable. Tous les éléments de façade menuisés accessibles depuis l'extérieur devront donc être conçus, réalisés et posés de manière à présenter une capacité homogène à retarder l'effraction. ■

Fig. 2 Mesures retardatrices d'effraction pour les portes.



www.cstc.be
LES DOSSIERS DU CSTC N° 2/2010
La version longue de cet article peut être téléchargée sur notre site Internet.

Le 28 janvier 2008 a été publiée la norme NBN S 01-400-1 posant des exigences en matière d'isolation acoustique des façades des immeubles d'habitation par rapport aux bruits en provenance de l'extérieur. Puisque cette norme définit une façade comme les parties de l'enveloppe ayant toutes la même orientation, ces exigences sont également applicables aux complexes toitures.



↳ B. Ingelaere, ir., chef adjoint du département 'Acoustique, énergie et climat', CSTC

Les éléments de construction présentant des performances acoustiques élevées ont soit une **masse surfacique** importante, soit sont conçus sur le principe d'une **double paroi** correctement mise en œuvre, c'est-à-dire sans faiblesses acoustiques locales. Cette deuxième option permet d'atteindre des performances acoustiques nettement supérieures à celles qui seraient obtenues avec une paroi monolithique de masse surfacique équivalente.

1 ISOLATION ACOUSTIQUE AMÉLIORÉE PAR UNE FINITION DE PLAFOND INDÉPENDANTE

L'isolation acoustique d'une toiture à versants peut être sensiblement améliorée si la finition du plafond est partiellement désolidarisée de la structure portante, créant ainsi une double paroi acoustique. Cet effet peut être optimisé par l'application d'un isolant thermique assurant une absorption acoustique (généralement des matériaux souples et poreux tels que la laine minérale ou les fibres cellulosiques).

La nature et l'épaisseur de l'isolation thermique du complexe toiture influencent donc dans une large mesure les performances acoustiques de la paroi. Le recours à un **isolant thermique acoustiquement absorbant** (laine minérale, cellulose, ...) est d'autant plus bénéfique qu'il est mis en œuvre en épaisseur importante. A titre d'exemple, les performances acoustiques de la paroi augmentent d'environ 3 dB – toute autre chose étant égale – si l'épaisseur de l'isolant thermique passe de 15 à 20 cm.

Divers systèmes permettant de réaliser une désolidarisation partielle mais suffisante (cf. figures 1 et 2) existent sur le marché. Ceux-ci sont généralement constitués d'une ossature métallique légère fixée ponctuellement à la structure portante. Ces systèmes permettent d'augmenter l'isolation acoustique de l'ordre de 10 à 12 dB.

Isolation acoustique des toitures à versants

Il est également possible de réaliser une **désolidarisation complète** en créant une travée d'une paroi à l'autre à l'aide de profilés métalliques légers et de plaques de plâtre enrobées de carton (pas illustré). Ce système est souvent appliqué dans le cadre d'une rénovation lorsque la toiture et la finition de plafond existantes font office de première paroi. La finition de plafond indépendante sert alors de seconde paroi; entre ces deux éléments se trouve de préférence un matériau isolant assurant une absorption acoustique. Cette désolidarisation complète permet d'augmenter l'isolation acoustique de plus de 20 dB.

2 CONSTRUCTIONS TRADITIONNELLES, TOITURES SARKING ET FERMETTES INDUSTRIELLES

Si la finition de plafond n'est pas indépendante, les performances acoustiques du complexe toiture sont essentiellement déterminées par la loi de la masse. Toute autre chose étant égale, les parois disposant de couvertures et/ou de finitions de plafond plus lourdes offrent dès lors une isolation acoustique légèrement supérieure. Il est possible de créer dans ces toitures un certain effet 'double paroi' en fixant la finition de plafond sur un lattage appliqué perpendiculairement aux chevrons ou aux arbalétriers.

En l'absence de désolidarisation adéquate des finitions intérieures, il ne faut néanmoins pas s'attendre à un isolement acoustique (R_{At}) supérieur à 36 dB (cf. figure 2).

Dans le cas de toitures dites **Sarking**, il est le plus souvent fait usage de matériaux isolants rigides qui, en l'absence d'un doublage intérieur suffisamment désolidarisé de la structure, ne permettent pas d'atteindre des performances supérieures à 29 dB (cf. figure 2).

3 TOITURES À CAISSONS CHEVRONNÉS ET PANNEAUX SANDWICHES

Les **caissons chevronnés** sont constitués d'une finition intérieure, d'un isolant thermique rigide et d'éléments portants. Ils forment par conséquent une paroi monolithique fonctionnant selon le principe de la loi de la masse.

Si la finition intérieure est de faible épaisseur (< 1 cm), les caissons ne satisfont générale-

ment pas aux exigences de confort acoustique normal telles que définies par la norme NBN S 01-400-1. Afin d'améliorer la situation, les caissons peuvent être pourvus d'une finition indépendante supplémentaire (cf. § 1).

Les **panneaux sandwichs** sont composés de deux panneaux entre lesquels est inséré un isolant thermique. Bien que ces éléments ne fonctionnent pas comme une double paroi acoustique optimale en raison de la rigidité de l'assemblage, ils procurent néanmoins des performances acceptables pour autant que leur masse surfacique soit suffisamment élevée et qu'on ait recours à un matériau isolant disposant de propriétés d'absorption acoustique.

4 PRÉCIPITATIONS SUR TOITURES MÉTALLIQUES ET FENÊTRES DE TOITURE

Les précipitations sur les **toitures métalliques** sont susceptibles d'entraîner des bruits de choc qui peuvent être réduits notamment par l'application d'une finition de plafond suffisamment lourde et indépendante.

Dans le cas de **fenêtres de toiture**, le bruit provient en partie de l'impact de la pluie sur les vitrages, mais surtout des chocs sur les encadrements métalliques de ces menuiseries. Ces bruits de choc sont généralement moins gênants car les occupants les considèrent souvent comme naturels. Si l'on souhaite néanmoins atténuer le bruit, on peut envisager la pose d'une protection extérieure qui réduit l'impact de la pluie ou de la grêle. Pour s'avérer efficace, cette protection doit couvrir non seulement la partie vitrée, mais également l'encadrement métallique. ■

Fig. 1 Exemple de plafond partiellement désolidarisé.



Fig. 2 Performances acoustiques de diverses structures de toiture.

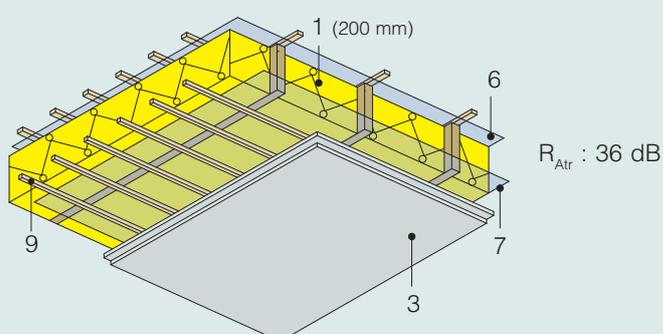
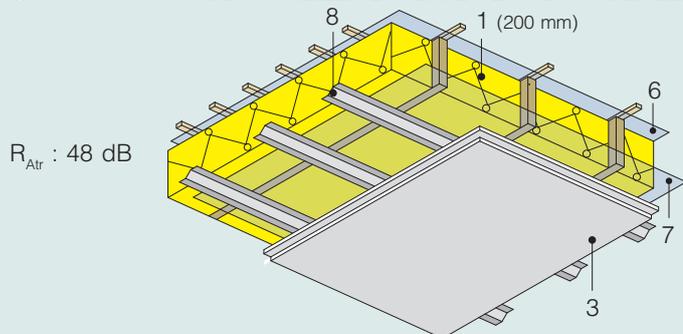
LEGENDE

1. Isolant thermique acoustiquement absorbant
2. Isolant thermique non acoustiquement absorbant
3. Plaque de plâtre de 12,5 mm d'épaisseur (une plaque ou deux)
4. Panneaux de contreplaqué WBP (*Weather and Boil Proof*)
5. OSB
6. Sous-toiture (si nécessaire)

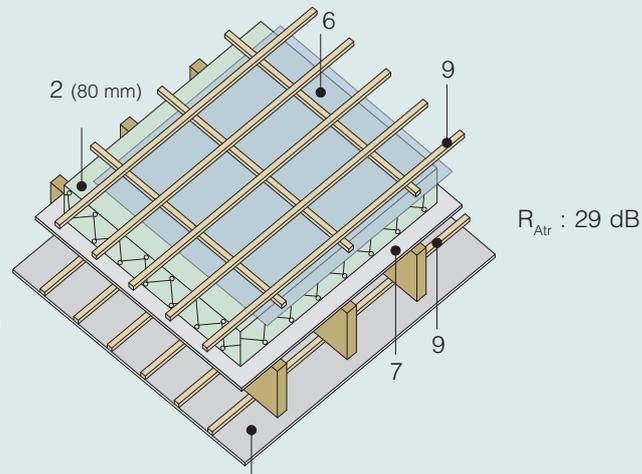
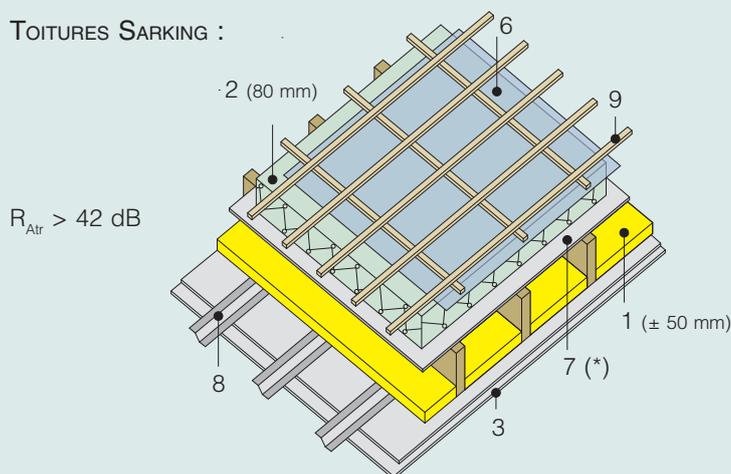
7. Barrière d'étanchéité à l'air et à la vapeur sur OSB
8. Montants à ressorts
9. Ossature en bois
10. Panneau de particules

(*) La résistance thermique de cette couche doit toujours être inférieure à la moitié de la résistance de la couche 2 (cf. Les Dossiers du CSTC 4/2008, cahier 10).

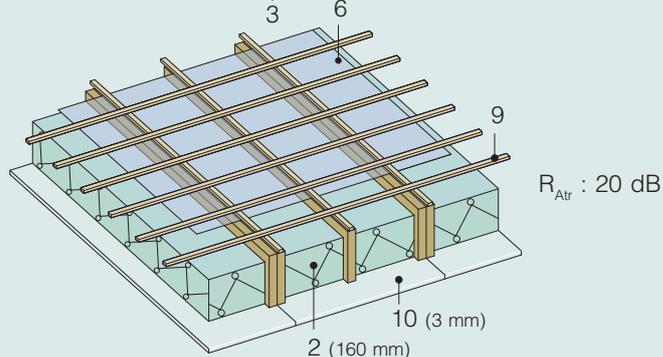
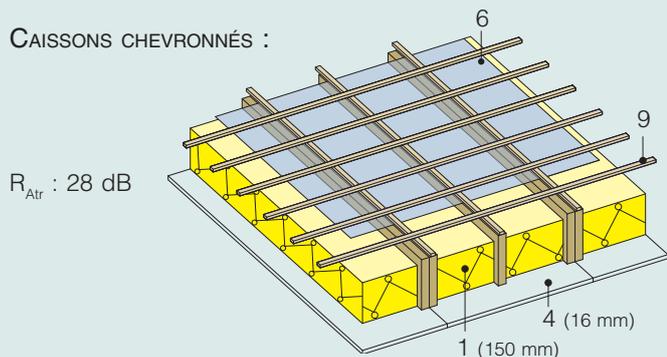
CONSTRUCTIONS TRADITIONNELLES ET FERMETTES INDUSTRIALISÉES :



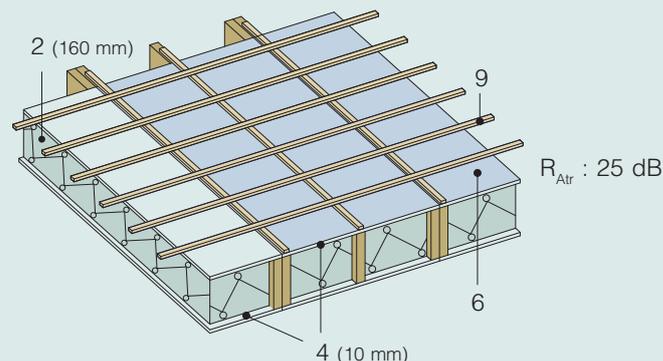
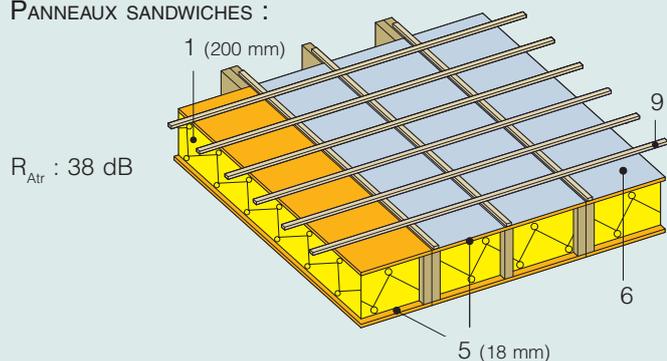
TOITURES SARKING :



CAISSONS CHEVRONNÉS :



PANNEAUX SANDWICHES :



Les techniques de pose des membranes d'étanchéité ont connu ces dernières années une évolution considérable. Ainsi, les colles à froid sont apparues en alternative au bitume chaud et au chalumeau. Les membranes d'étanchéité autoadhésives, dont la pose s'effectue rapidement, sans ou avec très peu d'émissions de solvants, en supprimant ou en limitant fortement l'usage du chalumeau (amélioration de la sécurité à l'incendie) sont une évolution encore plus récente.



↳ E. Noirfalisse, ir., chercheur au laboratoire 'Isolation et matériaux d'étanchéité', CSTC

Étant donné le manque de directives relatives au stockage et à la pose des membranes d'étanchéité autoadhésives, le Comité technique 'Étanchéité' a mis en place un groupe de travail ayant pour mission de compléter les prescriptions générales figurant dans les NIT 215 et 191 par des recommandations spécifiques à ce type de membranes. Ce groupe n'est pas uniquement représenté par des fabricants et des entrepreneurs d'étanchéité, mais également par des bureaux d'étude et de contrôle.

1 TYPES DE MEMBRANES AUTO-ADHÉSIVES

Il existe différents types de membranes autoadhésives. Une première distinction peut être établie entre :

- les **membranes autoadhésives (en tant que telles)** : le pouvoir adhésif complet de ces membranes synthétiques ou bitumineuses est atteint après avoir ôté la feuille protectrice et exercé une pression sur le support (cf. figure 1), sans activation thermique
- les **membranes autoadhésives thermoactivables** : le pouvoir adhésif complet de ces membranes bitumineuses est atteint après avoir ôté la feuille protectrice, exercé une pression sur le support et apporté une activation thermique.

Il est également possible de les différencier en fonction de la nature de leur **matériau constitutif** (bitumineux ou synthétique) ou de la composition du **matériau adhésif** (généralement du bitume modifié ou de la pâte butyle). Enfin, il existe deux **types de collage** (total, avec une surface entièrement autoadhésive, ou partiel, avec des lignes ou nœuds autoadhésifs) et de **recouvrements** (autoadhésifs ou exécutés par soudage thermique).

Stockage et pose des membranes d'étanchéité autoadhésives

En ce qui concerne leur **domaine d'application**, les membranes autoadhésives thermoactivables peuvent être utilisées uniquement comme sous-couche d'une couche supérieure soudée à la flamme, tandis que les membranes autoadhésives en tant que telles peuvent être utilisées comme pare-vapeur (éventuellement comme étanchéité provisoire), comme sous-couche d'un système d'étanchéité multicouche ou comme couche supérieure d'un système d'étanchéité mono- ou multicouche (cf. § 3.1.3).

Les membranes autoadhésives peuvent être appliquées sur de nombreux **supports** : tôles profilées en acier, béton, panneaux en bois, matériaux d'isolation, étanchéités existantes, ... Les instructions du fabricant spécifient les supports adéquats pour chaque membrane.

2 STOCKAGE ET ENTREPOSAGE SUR CHANTIER

Il convient d'appliquer les membranes autoadhésives le plus vite possible après leur production et dans les délais prescrits par le fabricant. Un ordre de grandeur se situe entre 6 et 12 mois après leur fabrication.

Lors du stockage, les palettes ne peuvent pas être empilées les unes sur les autres et les rouleaux doivent être agencés de manière à exclure tout risque de fléchissement (qui compliquerait leur déroulage). L'exposition à l'ensoleillement direct et à des températures supérieures à 30 °C doit être évitée en recouvrant les rouleaux d'une bâche isolante et/ou réfléchissante, par exemple, lors d'un éventuel stockage temporaire sur la toiture. Les rayons UV désactivent, en effet, le pouvoir autoadhésif de la membrane de sorte qu'une activation thermique peut devenir nécessaire pour la spire extérieure (exposée) du rouleau.

3 CONDITIONS OPTIMALES DE MISE EN ŒUVRE

3.1 GÉNÉRALITÉS

Pour les membranes autoadhésives, plus encore que pour les membranes d'étanchéité classiques, il convient d'accorder une attention particulière à la préparation du support et aux instructions du fabricant.

3.1.1 Support

Avant l'application de la membrane, il faut veiller à ce que le support soit plan, sec à l'air (absence d'humidité visible), propre et exempt de graisse et de poussières (cf. NIT 215). En fonction du support et des recommandations du fabricant, il sera souvent nécessaire d'appliquer un **primaire**. Si le plancher de toiture est constitué d'éléments fractionnés (les panneaux d'isolation n'entrent pas dans cette catégorie), des bandes indépendantes devront être placées au préalable sur les joints du plancher (cf. NIT 191). Dans le cas de panneaux d'isolation, le parementage exerce une influence importante et peut nécessiter l'application d'un primaire. Il convient également de vérifier si le matériau isolant est compatible avec le matériau adhésif de la membrane. Sur des supports rugueux ou poreux, il peut être recommandé d'appliquer deux couches de primaire afin d'obtenir une surface suffisamment lisse. Pour éviter la condensation et le cloquage sous la membrane, le primaire doit être totalement sec avant l'application de la membrane autoadhésive. Dans certains cas, il peut s'avérer nécessaire d'appliquer le primaire un jour plus tôt (pour les primaires à base d'eau, p. ex.). Certains fabricants proposent leur propre primaire spécifique.

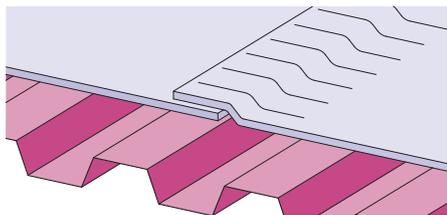
3.1.2 Température ambiante

La température ambiante idéale pour la mise en œuvre doit être comprise entre 10 et 25 °C pour les membranes autoadhésives en tant que telles, sauf indication contraire de la fiche technique. La température de mise en œuvre recommandée dans le cas de membranes thermoactivables est moins déterminante, car

Fig. 1 Pose d'une membrane autoadhésive.



Fig. 2 Application des bandes avec joint longitudinal sur la nervure supérieure.



celles-ci subissent de toute façon une activation thermique après leur application.

Si la pose a lieu dans des conditions plus froides, la température des rouleaux peut compromettre leur bonne mise en œuvre, si bien que l'adhésion peut ne pas être totale, provoquant l'apparition de plis ou de cloques à hauteur des parties non adhérentes. La température des membranes peut être augmentée notamment en les déroulant auparavant (exposition au soleil) ou en les conservant à une température ambiante plus élevée avant la pose. Dans certains cas, les membranes peuvent être mises en œuvre à des températures ambiantes inférieures à 10 °C, par exemple, sur des tôles profilées en acier échauffées par le soleil ou après un préchauffage du support.

En revanche, lorsque le support est trop chaud (en cas de **température ambiante très élevée** et/ou de forte exposition au soleil, p. ex.), il se peut que, lors du réenroulage après l'alignement, le film de protection amovible adhère trop fortement à la membrane, se ramollisse et se déchire.

3.1.3 Mise en œuvre

La mise en œuvre commence par le déroulement de la première bande pour déterminer l'alignement. Celle-ci est ensuite réenroulée jusqu'à la moitié de sa longueur environ. Le film de protection amovible doit être découpé dans le sens de la largeur et ôté durant le déroulement de la bande. La face inférieure autoadhésive entre ainsi en contact avec le support et y adhère immédiatement. Il faut ensuite presser la membrane contre le support à l'aide d'un rouleau ou d'une brosse (cf. figure 1, p. 8). La même méthode doit être répétée pour le reste

Fig. 3 Recouvrement soudé.



du rouleau ainsi que pour toutes les bandes suivantes, en adoptant un recouvrement approprié.

Les joints **transversaux** et **longitudinaux** peuvent être soit autoadhésifs et pressés avec un rouleau, soit soudés à la flamme ou à l'air chaud (*föhn*) sur une largeur appropriée (cf. figure 3). Si les joints transversaux doivent être soudés, il convient de laisser, à hauteur du recouvrement, une bande de feuille amovible un peu plus large qu'on ne retirera qu'au moment où on commencera réellement à souder, afin d'éviter que le recouvrement adhère déjà localement et ne puisse plus être soudé correctement pour assurer son étanchéité à l'eau.

Lorsqu'une **adhérence partielle** est souhaitée, il convient d'utiliser des membranes adhésives spécialement conçues à cet effet (avec plots ou lignes autoadhésifs). Contre une paroi, on appliquera toujours les membranes en adhérence totale afin de réaliser un raccordement étanche à l'air.

Pour une application sur **tôles profilées en acier**, la bande doit être placée parallèlement aux nervures et le joint longitudinal doit être positionné sur la nervure supérieure de la tôle pour pouvoir être pressé correctement (cf. figure 2). Par ailleurs, la largeur de la nervure doit être supérieure ou égale à celle du recouvrement. A hauteur du relevé, on placera sur la tôle profilée une plaque métallique pliée en L sur laquelle les membranes seront collées sur toute la longueur (cf. figure 4). Les précautions nécessaires seront prises afin d'assurer une bonne adhérence des joints transversaux et d'éviter le fléchissement de la bande inférieure, par exemple en plaçant une fine plaque d'appui ou une bande de membrane autoadhésive supplémentaire bien tendue sous le recouvrement. La largeur de celui-ci dépend du produit.

3.2 MEMBRANES AUTOADHÉSIVES UTILISÉES COMME PARE-VAPEUR

Dans le cas de couches adhésives **bitumineuses**, les joints transversaux et longitudinaux peuvent être tant autoadhésifs que soudés. En cas d'adhérence partielle en partie courante, une activation thermique supplémentaire ou l'utilisation de colles à froid spécifiques est exigée au droit des relevés. Dans

Fig. 4 Exécution du relevé.



AGRÈMENTS TECHNIQUES

Des membranes autoadhésives sont citées dans des ATG de systèmes d'étanchéité, principalement pour une application comme pare-vapeur ou comme sous-couche d'un système d'étanchéité. Il existe, lors de la rédaction de cet article, un produit disposant d'un ATG pour une application en couche supérieure. Ces agréments décrivent les caractéristiques des membranes (supports possibles, performances, adhérence, ...) et fournissent quelques recommandations concernant leur stockage, mais des directives supplémentaires relatives à la mise en œuvre ont semblé utiles au Comité technique 'Étanchéité'. Il ne s'agit toutefois pas d'établir des méthodes d'essai et des critères de qualité pour les membranes, cette tâche relevant plutôt de l'UBATc.

le cas des couches adhésives **synthétiques**, les joints longitudinaux et transversaux sont autoadhésifs et étanchés par pression.

3.3 MEMBRANES AUTOADHÉSIVES UTILISÉES COMME SOUS-COUCHE D'UN SYSTÈME D'ÉTANCHÉITÉ BITUMINEUX

Les joints transversaux et longitudinaux peuvent être tant autoadhésifs que soudés. Si la couche supérieure n'est pas soudée à la flamme, les joints de la sous-couche doivent l'être (sauf indication contraire du fabricant). La couche supérieure est entièrement collée ou soudée à la couche inférieure. Pour les membranes autoadhésives thermoactivables, le soudage à la flamme est indispensable afin d'obtenir une adhérence complète.

Si une membrane partiellement autoadhésive est appliquée en partie courante, les joints transversaux doivent être soudés pour assurer un raccordement totalement étanche, et une activation thermique additionnelle ou l'utilisation de colles à froid est exigée à hauteur des relevés.

3.4 MEMBRANES AUTOADHÉSIVES UTILISÉES COMME COUCHE SUPÉRIEURE

Si les membranes autoadhésives sont utilisées comme couche supérieure, les joints doivent être soudés (sauf indication contraire du fabricant). Les joints transversaux des membranes **synthétiques** sont soudés ou obturés à l'aide d'une bande d'étanchéité supplémentaire soudée. En cas de membrane **bitumineuse** partiellement autoadhésive appliquée en partie courante, il convient d'effectuer une activation thermique additionnelle ou d'utiliser des colles à froid spécifiques au droit des relevés. On n'utilisera pas de membrane synthétique partiellement autoadhésive dans ce cas-là. ■

Les architectes et concepteurs de projets souhaitent de plus en plus de transparence, d'élancement et de légèreté dans leurs constructions. Le verre permet de satisfaire ces différents besoins de manière très élégante. L'évaluation de la résistance du verre en flexion constituera un chapitre important d'une série de nouvelles normes actuellement en préparation. Le verre est néanmoins un matériau fragile dont les caractéristiques évoluent dans le temps et qui méritait donc qu'on mène une recherche afin de mieux en définir les propriétés.



↳ G. Zarmati, ir., chercheur, laboratoire 'Structures', CSTC
 B. Parmentier, ir., chef de la division 'Structures', CSTC
 V. Detremmerie, ir., chef adjoint du laboratoire 'Eléments de toiture et de façade', CSTC

La résistance mécanique du verre en flexion dépend surtout du type de traitement thermique que le matériau a subi et des conditions de micro- et macrofissuration à sa surface. Chaque fissure est un point de concentration de contraintes locales pouvant entraîner plus rapidement la rupture du verre. La résistance à la traction par flexion d'un élément en verre (rupture en traction de la face tendue) est dès lors très aléatoire et environ dix fois inférieure à sa résistance en compression. De plus, lorsqu'un élément en verre est chargé, on observe une diminution progressive de sa résistance. On gardera donc à l'esprit que les valeurs de résistance du verre doivent être réduites par un coefficient k_{mod} afin de tenir compte de ce phénomène (*).

1 ETUDE EXPÉRIMENTALE

Le CSTC a analysé 541 résultats d'essais réalisés ces dernières années par le laboratoire 'Structures' du CSTC : 11 % concernent le verre recuit, 35 % le verre durci et 54 % le verre trempé. Le durcissement et la trempe sont des procédés thermiques appliqués au verre recuit afin d'en augmenter la résistance. Tous les essais ont été effectués selon la méthode décrite dans la norme d'essai NBN EN 1288-3. Il s'agit d'essais de flexion 4 points sur des échantillons de 110 cm de longueur, 36 cm de largeur et de 1,5 à 19 mm d'épaisseur provenant de différents fabricants.

(*) Dans la suite de cet article, seules les résistances instantanées sont considérées; ce coefficient n'apparaît donc pas dans les formules présentées.

2 ANALYSE STATISTIQUE

Le nombre important d'échantillons testés permet d'évaluer le type de distribution statistique associée à la rupture de chaque catégorie de verre. La loi log-normale est parfaitement adaptée pour décrire la probabilité de rupture du verre recuit et du verre trempé. En revanche, en ce qui concerne le verre durci, il n'a pas été possible d'établir de correspondance claire avec une loi statistique, nos données s'éloignant en effet significativement des droites de prédiction. Des études paramétriques complémentaires sont actuellement en cours.

Les lois statistiques déduites des résultats d'essais permettent de déterminer les valeurs caractéristiques expérimentales de la résistance en flexion sur les échantillons testés en laboratoire : 44,8 N/mm² pour le **verre recuit** et 140,8 N/mm² pour le **verre trempé**. Ces valeurs peuvent être comparées aux valeurs prescrites par les normes 'produit', à savoir 45 N/mm² pour le verre recuit (NBN EN 572-1) et 120 N/mm² pour le verre trempé (NBN EN 12150-1). Pour le **verre recuit**, la résistance caractéristique de l'échantillonnage est quasiment identique à la valeur normative prescrite. En ce qui concerne le verre trempé, nous constatons, par contre, une valeur de 17 % plus élevée que celle indiquée dans la norme, ce qui montre que le processus actuel de trempe est maîtrisé de telle manière qu'il permet de satisfaire plus largement à la norme 'produit' en termes de résistance mécanique à la flexion.

3 CONCLUSION

Récemment encore, le document de référence

du CSTC pour le calcul des vitrages était la NIT 214 'Le verre et les produits verriers. Les fonctions des vitrages' publiée en 1999. La résistance caractéristique du verre recuit considérée y était de 41,2 N/mm² et le coefficient de sécurité appliqué de 2,5 induisait une valeur de résistance de calcul (instantanée) de 16,5 N/mm². Pour le verre trempé, les valeurs étaient respectivement de 196 N/mm² pour la résistance caractéristique et de 4 pour le coefficient de sécurité, soit une valeur finale de 49 N/mm² pour le calcul.

La nouvelle NIT à paraître, 'Ouvrages particuliers en verre', et le Rapport n° 11 disponible en ligne, 'Application des Eurocodes pour la conception des menuiseries extérieures', présentent les méthodes les plus récentes de dimensionnement du verre basées sur les dernières recherches réalisées au CSTC et sur les derniers projets de norme, dont le projet prEN 13474-3.

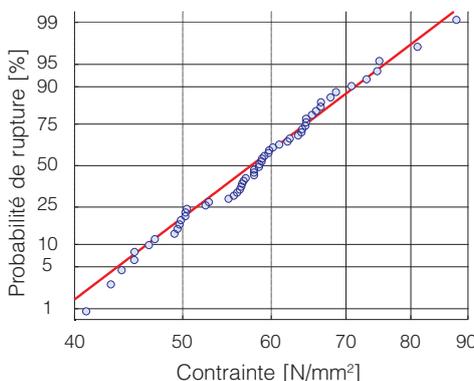
Ainsi, ces documents se différencient de la NIT 214 notamment en ce qui concerne les valeurs de résistance du verre à prendre en compte. Toutefois, s'il existe une certaine augmentation de ces valeurs, les coefficients de sécurité restent relativement élevés par rapport à d'autres matériaux car le verre est un matériau fragile dont la capacité d'absorption des chocs durs est relativement faible. ■



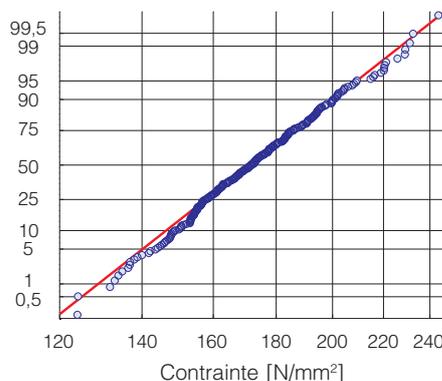
www.cstc.be

LES DOSSIERS DU CSTC N° 2/2010

La version longue de cet article peut être téléchargée sur notre site Internet.



— Loi log-normale



○ Essai

Correspondance avec une loi log-normale pour du verre recuit (à gauche) et du verre trempé (à droite).

En Belgique, les NIT 199, 201 et 209 sont des documents de référence pour les enduits intérieurs et extérieurs. Depuis le 1^{er} février 2005, le marquage CE des mortiers d'enduit industriels en application intérieure et extérieure est obligatoire selon la norme NBN EN 998-1.



↳ I. Dirx, ir., chercheur au laboratoire 'Matériaux de gros œuvre et de parachèvement', CSTC
Y. Grégoire, ir.-arch., chef adjoint de la division 'Matériaux', CSTC

La norme NBN EN 998-1 (1) couvre les mortiers d'enduit minéraux industriels pour murs, plafonds, colonnes et parois intérieurs et extérieurs. Les mortiers d'enduit sont définis comme des mélanges d'eau, d'un ou de plusieurs liants minéraux, de granulats et, éventuellement, d'adjuvants et/ou d'agrégats. Cette norme ne traite pas des enduits au plâtre (marquage CE selon la norme NBN EN 13279-1) ou des ETICS (2) à base de mortiers d'enduit. Les caractéristiques d'un enduit spécifique dépendent principalement des liants utilisés et de

leurs dosages respectifs. Les caractéristiques définitives de l'enduit sont obtenues une fois qu'il est complètement durci. La norme NBN EN 998-1 pose des spécifications sous forme de classes ou de valeurs déclarées auxquelles les mortiers d'enduit durcis et frais (cf. tableau 2) doivent satisfaire en fonction de leurs caractéristiques et/ou de leur domaine d'application.

Les normes NBN EN 13914-1 et -2 n'indiquent pas les mortiers d'enduit à utiliser dans des circonstances spécifiques. Si l'enduit doit protéger le support contre les pénétrations d'eau de pluie, on ne peut se baser que sur l'expérience acquise dans des situations similaires. En cas d'exposition sévère, l'absorption capillaire doit satisfaire à la classe W2 (cf. tableau 1) et aux classes W1 ou W0 si les expositions sont moyennes ou faibles. Le rapport CEN/TR 15125 conseille d'utiliser des enduits à base de ciment (éventuellement combinés à de la chaux) dans les espaces humides. Selon la NIT 209, il convient, pour la réalisation d'enduits hydrofuges, d'utiliser des mélanges à base de ciment additionnés d'adjuvants hydrofuges ou de mortiers à base de résines synthétiques (3). ■

Mortiers d'enduit

Tableau 1 Classification.

| Résistance à la compression à 28 jours | |
|--|---|
| CS I | 0,4 à 2,5 N/mm ² |
| CS II | 1,5 à 5,0 N/mm ² |
| CS III | 3,5 à 7,5 N/mm ² |
| CS IV | ≥ 6 N/mm ² |
| Absorption d'eau par capillarité | |
| W0 | Aucune spécification |
| W1 | c ≤ 0,40 kg/m ² min ^{0,5} |
| W2 | c ≤ 0,20 kg/m ² min ^{0,5} |
| Conductivité thermique | |
| T1 | ≤ 0,1 W/m.K |
| T2 | ≤ 0,2 W/m.K |



www.cstc.be
LES DOSSIERS DU CSTC n° 2/2010

La version longue de cet article peut être téléchargée sur notre site Internet.

Tableau 2 Spécifications pour les mortiers d'enduit durci.

| Caractéristiques | Méthode d'essai | Type d'enduit | | | | | |
|---|-----------------|--------------------------|--|---------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| | | GP | LW | CR | OC | R | T |
| | | Mortiers d'usage courant | Mortiers allégés | Mortiers d'enduit colorés | Mortiers mono-couches | Mortiers d'assainissement | Mortiers d'isolation thermique |
| Masse volumique sèche [kg/m ³] | EN 1015-10 | Valeur déclarée | Valeur déclarée ≤ 1300 kg/m ³ | Valeur déclarée | | | |
| Résistance à la compression (1) | EN 1015-11 | CS I à IV | CS I à III | CS I à IV | CS I à IV | CS II | CS I à II |
| Adhérence [N/mm ² et mode de rupture FP (<i>Fracture Pattern</i>)] | EN 1015-12 | ≥ valeur déclarée et FP | | | – | ≥ valeur déclarée et FP | |
| Adhérence après vieillissement [N/mm ² et mode de rupture FP] | EN 1015-21 | – | – | – | Valeur déclarée et FP | – | – |
| Absorption par capillarité (1) (2) | EN 1015-18 | W0 à W2 | | | W1 à W2 | ≥ 0,3 kg/m ² après 24h | W1 |
| Pénétration d'eau après absorption d'eau par capillarité | EN 1015-18 | – | – | – | – | ≤ 5 mm | – |
| Perméabilité à l'eau après les cycles de vieillissement | EN 1015-21 | – | – | – | ≤ 1 ml/cm ² après 48h | – | – |
| Coefficient de perméabilité à la vapeur d'eau [μ] (2) | EN 1015-19 | ≤ valeur déclarée | | | | ≤ 15 | ≤ 15 |
| Conductivité thermique (1) [W/m.K] | EN 1745 | Valeur tabulée | | | | | T1 : ≤ 0,10 T2 : ≤ 0,20 |
| Réaction au feu | EN 13501-1 | Euroclasses | | | | | |

(1) Cf. classification du tableau 1.

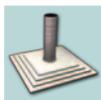
(2) D'application pour les mortiers appliqués à l'extérieur.

(1) Cette norme remplace l'ancienne norme belge NBN B 14-002 et introduit une attestation de conformité de niveau 4 (AoC4).

(2) ETICS : système d'enduit sur isolation extérieure. Pour de plus amples informations, nous renvoyons au Cahier 11 des Dossiers du CSTC n° 2009/4.

(3) La NIT 199 indique également qu'il ne faut pas appliquer d'enduits à base de plâtre sur des parois régulièrement exposées à des projections d'eau. La NIT 227 fournit un aperçu des systèmes d'étanchéité à prévoir en fonction du degré d'exposition de la surface et de la nature du support.

La résistance des revêtements de sol au glissement joue un rôle important pour la sécurité. Elle est notamment conditionnée par la nature et l'état de surface des éléments mis en contact. Un manque d'adhérence peut entraîner une perte d'équilibre et donc accroître le risque de chute. Dès lors, la résistance au glissement est en toute logique une caractéristique obligatoire pour le marquage CE selon les normes harmonisées relatives aux matériaux utilisés en revêtements de sols.



✍ V. Bams, géologue, chef de projet au laboratoire 'Minéralogie et microstructure', CSTC
T. Vangheel, ir., chef de projet au laboratoire 'Matériaux de gros œuvre et de parachèvement', CSTC
D. Badet, technicienne, laboratoire 'Matériaux de gros œuvre et de parachèvement', CSTC

De toutes les méthodes d'essai visant à déterminer la résistance au glissement, la méthode SRT (*Skid Resistance Tester*), la méthode du plan incliné et les mesures à l'aide de l'appareil FSC 2000 (*Floor Slide Control 2000*) sont les plus connues et les plus utilisées en Europe (cf. CSTC-Magazine, hiver 2002).

Les normes européennes en vigueur se réfèrent à l'une ou l'autre méthode, selon la nature du revêtement, rendant ainsi la situation confuse, d'autant plus que la corrélation entre les résultats des différentes méthodes est très faible. Afin de remédier à ce problème, le CEN (Comité européen de normalisation) a créé le CEN TC 339 avec pour mission de développer une méthode de référence unique pour tous les types de revêtements de sol. Le CSTC y participe activement et est, en outre, l'opérateur sectoriel belge de cette commission.

1 LA MÉTHODE SRT

Dans l'attente de la publication d'une méthode harmonisée, le pendule SRT reste l'appareil d'essai de référence pour déterminer la résistance au glissement des sols en pierre naturelle (cf. figure). Bien que cet essai soit généralement facile à réaliser, l'interprétation et la reproduction des résultats ne le sont pas toujours autant. Les divers facteurs pouvant exercer une influence sur les résultats ont été minutieusement examinés au cours de diverses recherches et études menées au CSTC. Les paragraphes suivants en détaillent quatre parmi les plus importants.

Résistance de la pierre naturelle au glissement

1.1 TYPE DE SEMELLE

La semelle du pendule SRT peut être constituée de deux types de caoutchouc standard, le caoutchouc CEN et le 4S (*Standard Simulated Shoe Sole*), extrêmement différents en matière d'élasticité et de rigidité. Ceux-ci simulent dès lors deux situations distinctes : l'utilisation de pneus ou de chaussures de sport (caoutchouc CEN souple) et l'utilisation de semelles ordinaires (caoutchouc 4S rigide).

Les normes déterminant la résistance des sols en pierre naturelle au glissement prescrivent cependant le caoutchouc CEN, excluant dès lors les semelles ordinaires des essais. Des résultats plus réalistes peuvent être obtenus si le choix du type de semelle en caoutchouc est effectué en tenant compte de l'environnement réel des carreaux en pierre naturelle à tester (s'il s'agit, d'une piscine, d'une salle de sport, ...).

1.2 MODE OPÉRATOIRE

Une série d'essais de résistance au glissement réalisés sur des pierres de référence conformément la norme NBN EN 14231 a fourni des résultats très divergents selon que l'on laissait ou non le patin se refroidir entre les mesures successives. La norme prescrit effectivement au moins cinq mouvements dans chaque sens, mais ne spécifie pas la manière de procéder (avec ou sans intervalle entre les mesures, cf. tableau ci-dessous).

1.3 NOMBRE DE MESURES

Selon la méthode SRT, la valeur finale de la résistance correspond à la moyenne des cinq dernières valeurs stabilisées. Après de nombreux essais, il est toutefois apparu qu'un certain nombre de mouvements sont parfois nécessaires avant que les valeurs ne se stabilisent et présentent un écart maximal de trois unités. Nous avons en outre relevé, pour les surfaces les moins rugueuses, une nette diminution des valeurs mesurées lorsque le nombre de lancers augmente.

Résultats d'essais en fonction du mode opératoire.

| Décalé entre les mesures | Poli | Flammé | Meulé B400 | Meulé B36 | Scié |
|--------------------------|------|--------|------------|-----------|------|
| Oui | 3 | 67 | 7 | 16 | 61 |
| Non | 13 | 62 | 13 | 28 | 62 |

Appareil de mesure SRT.



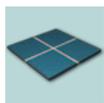
1.4 USURE DES SEMELLES

Selon la norme NBN EN 14231, la semelle doit présenter une usure minimale de 1 mm et doit être remplacée si celle-ci dépasse 3 mm. Afin de déterminer l'influence de l'usure des semelles sur les résultats, nous avons effectué un certain nombre d'essais sur une seule et même pierre humide avec des semelles de niveaux d'usure différents (conformément aux critères figurant dans la norme). Les résultats des essais ont révélé que le facteur 'usure' est à l'origine d'une importante dispersion des valeurs mesurées même s'il reste dans la tolérance admise par la norme. Ce facteur a toutefois nettement moins d'impact sur les surfaces rugueuses.

2 CONCLUSION

L'étude européenne interlaboratoire organisée par le CEN TC 339 et la recherche menée au CSTC ont démontré, d'une part, l'absence de corrélation entre les différentes méthodes et, d'autre part, un manque de fiabilité de la méthode SRT prescrite par la norme NBN EN 14231. Il nous a toutefois été possible de cerner les principaux paramètres influençant les résultats de cette méthode. Le CEN TC 339 a dès lors proposé de transformer l'ENV 12633 en TS (*Technical Specification*) et ce, afin de pouvoir poursuivre l'élaboration d'une norme définissant des critères satisfaisants pour évaluer les propriétés antidérapantes sur n'importe quel revêtement de sol. ■

L'exécution d'un revêtement en carreaux céramiques peut nécessiter la pose préalable d'une étanchéité à l'eau en fonction de la nature du support et de l'exposition à l'humidité. L'objectif visé par cet article est de décrire les familles de systèmes et les éventuelles spécifications qui s'y rapportent.



✎ Y. Grégoire, ir.-arch., chef adjoint de la division 'Matériaux', CSTC
F. de Barquin, ir., chef du département 'Matériaux, technologie et enveloppe', CSTC

L'entrepreneur-carreleur peut être amené à réaliser une étanchéité directement (*) sous le revêtement collé s'il s'agit d'un balcon, d'une douche italienne ou collective, si certains supports sont considérés comme sensibles ou si le cahier des charges le prescrit. Il a, pour ce faire, la possibilité de choisir parmi plusieurs familles de systèmes sous carrelage collé. Ceux-ci sont tous complétés par des accessoires (bande et/ou treillis de renfort, y compris pour les angles, éléments d'adaptation à l'avaloir, ...).

1 NATTES

Les nattes sont de l'ordre d'une fraction de millimètre d'épaisseur. Elles sont généralement constituées d'un film (en polyéthylène, p. ex.) qui, afin d'améliorer l'accroche de la colle à carrelage, peut être revêtu sur ses faces d'un textile tissé ou non tissé ou d'un treillis. La natte est marouflée dans l'épaisseur de colle avant la pose des carreaux. Certaines peuvent, en outre, servir de couche de désolidarisation et comportent un relief de quelques millimètres. Bien que le CEN TC 254 soit dédié aux feuilles flexibles pour l'étanchéité à l'eau, il n'existe ni norme ni spécification relatives à ces produits.

2 PLAQUES

Les plaques sont encollées au préalable sur le support. Elles constituent un substrat rigide de quelques millimètres à plusieurs centimètres d'épaisseur pouvant être composé d'une mousse (en polystyrène expansé ou extrudé, p. ex.) et revêtu d'un renfort, d'un textile ou d'un treillis enrobé d'un mortier, afin d'améliorer

(*) Ne sont pas visées ici les membranes d'étanchéité telles que définies pour les balcons (cf. NIT 196) et les toitures plates (cf. NIT 191 et 215), ni les étanchéités drainantes posées sous la chape.

Etanchéité à l'eau sous carrelage collé

rer l'accroche de la colle à carrelage. Il n'existe aucune spécification en ce qui concerne ces panneaux composites prêts à être carrelés.

3 PRODUITS D'IMPERMÉABILISATION APPLIQUÉS 'LIQUIDES'

Ces produits peuvent être de différentes natures et sont généralement appliqués en plusieurs couches à l'aide d'un rouleau, d'un pinceau, d'une brosse ou d'une plâtrasse pour une épaisseur totale de quelques millimètres. Leurs principales spécifications sont relatives à l'étanchéité à l'eau, à l'aptitude au pontage des fissures et à l'adhérence (après différents vieillissements). Le caractère continu de l'étanchéité 'liquide' peut constituer un avantage.

Pour un usage sur sol et mur intérieurs, à des températures comprises entre 5 et 40 °C, la première partie du guide ETAG 022 énonce les directives qui permettront le marquage CE (AoC2+) par le biais d'un agrément technique européen (ATE). Ce guide couvre les 'kits' fournis sous forme de membranes appliquées 'liquides' mono- ou multicomposants (y compris les éventuels primaires) et les revêtements sans joint (systèmes de peintures, treillis de renforcement en fibres de verre (polyester), polyuréthane, époxy). Si le revêtement, qui assure la résistance à l'usure, est constitué de carreaux céramiques, la colle à carrelage prescrite est soumise aux essais pertinents et est évaluée. Les tuyaux, avaloirs, carreaux céramiques et leur mortier de jointoiement ne font pas partie du kit. Le guide ne traite pas des piscines et des procédés industriels.

Pour un usage extérieur et en piscine, la

norme NBN EN 14891 une fois harmonisée constituera la base pour le marquage CE (AoC3). Cette norme traite de manière plus large des produits d'imperméabilisation (cf. tableau) appliqués en phase 'liquide' sous des carreaux céramiques collés à l'intérieur comme à l'extérieur (sol et mur).

4 DANS LA PRATIQUE

Il n'existe pas encore de recommandations spécifiques quant au choix d'une famille de systèmes. Les recommandations de mise en œuvre des fabricants devront dès lors être suivies, notamment en matière de prescriptions d'usage, que l'on soit à l'intérieur ou à l'extérieur, qu'il s'agisse d'un sol, d'un mur ou d'une piscine, pour déterminer le type de colle 'compatible', définir s'il est nécessaire d'appliquer un primaire, effectuer le choix des carreaux (format, résistance aux chocs, ...). Les performances pertinentes des produits appliqués liquides peuvent être déterminées en se basant sur une normalisation plus avancée. Précisons d'ailleurs qu'en Belgique, l'UBAtc délivre des agréments techniques pour les produits appliqués liquides généralement associés à une colle à carrelage déterminée.

Dans tous les cas, le secteur s'accorde sur le fait que les détails de raccord (jonctions) sont des points sensibles qui nécessitent une documentation correcte et détaillée. Les NIT 196 et 227 fournissent un ensemble de détails à cet égard. Par ailleurs, un groupe de travail a été constitué afin de compléter les informations figurant dans les NIT 196, 227 et 237 et d'établir des préconisations plus explicites en matière d'étanchéités posées directement sous carrelage collé. ■

Les divers produits d'imperméabilisation appliqués 'liquides'.

| A base de ... | Symbole (*) | Nature | Forme |
|----------------------|-------------|--|---------------------------|
| Ciment et polymère | CM | Mélange de liants hydrauliques et polymère, de granulats et d'additifs organiques | Mélange prêt à être gâché |
| Résine en dispersion | DM | Mélange de liants organiques sous forme de dispersion aqueuse de polymère, d'additifs organiques et de charges minérales | Mélange prêt à l'emploi |
| Résine réactive | RM | Mélange de résine synthétique, de charges minérales et d'additifs organiques, durcissant par réaction chimique | Mono- ou multicomposants |

(*) Caractéristiques optionnelles :

- O : résistance à la fissuration à température négative
- P : résistance au contact de l'eau chlorée (en piscine, p. ex.).

Lors de la mise en peinture d'un sujettile, les couches d'imprégnation et de finition peuvent être constituées de liants différents. En rénovation, le peintre peut être amené à remettre en peinture des surfaces déjà peintes. Afin d'assurer le succès et la durabilité de ces travaux, les différentes couches doivent être compatibles entre elles. Cet article présente une série de tests d'orientation pouvant être menés *in situ* et permettant d'identifier la nature des peintures déjà présentes.



↳ E. Cailleux, dr., conseiller technologique ⁽¹⁾, chef de projet, laboratoire 'Technologie du béton', CSTC
 M. Lor, dr., conseiller technologique ⁽²⁾, chef de projet, laboratoire 'Chimie du bâtiment', CSTC
 V. Pollet, ir., chef adjoint du département 'Matériaux, technologie, enveloppe', CSTC
 H. De Buck, conseiller technique, Boss Paints
 B. Déthune, Technical Training Manager, PPG Coatings Belux
 G. Tanson, Technical Support Manager, Trimetal & Herbol, AkzoNobel Decorative Coatings Europe

1 LES TESTS DE RECONNAISSANCE DES PEINTURES

Lors d'une remise en peinture, une attention particulière doit être accordée à la compatibilité des nouvelles couches avec les films anciens. En effet, toutes les peintures ne peuvent pas être associées, ce qui pourrait se traduire par des difficultés d'application, l'apparition de cloques, des variations de teintes, des décollements, ...

La reconnaissance des peintures déjà présentes sur le sujettile permet non seulement d'éviter ce genre de phénomènes, mais également de prévoir les étapes de préparation complémentaires et d'assurer une mise en œuvre correcte des nouvelles couches.

La nature chimique et la composition des peintures peuvent être déterminées en laboratoire

⁽¹⁾ Guidance technologique 'REVORGAN – Revêtements organiques' subsidiée par la Région wallonne (CSTC et CoRI).

⁽²⁾ Guidance technologique 'Hygiëne en gezondheidsaspecten van materialen voor woon- en werkruimtes' subsidiée par l'IWT, l'Institut flamand pour l'encouragement à l'innovation par la science et la technologie (CSTC, CoRI et CENTEXBEL).

Compatibilité des peintures

au moyen de différentes techniques d'analyse. Bien que le peintre ne dispose pas de ces méthodes sur le chantier, certains tests d'orientation, réalisables *in situ* avec de l'eau, un acide, un solvant ou encore une flamme, peuvent lui permettre d'identifier la nature des films appliqués sur le sujettile (cf. figure 3). Certaines caractéristiques spécifiques aux différentes peintures peuvent également faciliter et orienter leur identification (cf. figures 1 et 2).

Si la nature de la peinture ne peut pas être déterminée par les essais d'orientation, le recours à des analyses en laboratoire reste nécessaire.

2 LA COMPATIBILITÉ DES PEINTURES

Les incompatibilités apparaissant avec les couches précédentes (primaire ou ancienne peinture) sont avant tout d'origine chimique : les solvants des nouvelles peintures peuvent décaper certains films, certains liants sont sensibles à l'eau, le pH alcalin des peintures silicatées et des peintures à la chaux est incompatible avec les liants organiques, ... Le tableau à la page suivante livre un aperçu des principaux types de peintures et donne une indication générale sur la compatibilité chimique des différents liants.

La compatibilité entre les différents films peut aussi dépendre d'autres paramètres tels que l'état de surface des anciennes couches (l'adhérence peut être insuffisante sur des peintures très dures et très lisses, p. ex.), la souplesse relative entre les différents films, les temps de séchage, ...



Fig. 1 Vieillesse d'une peinture à base de résine vinylique.

Des essais préalables et une caractérisation plus poussée des couches précédentes permettront de compléter la première sélection issue de paramètres chimiques et de l'optimiser.

3 CONCLUSION

Lors de la mise en peinture d'un sujettile ou d'un support déjà peint, il est nécessaire de s'assurer de la compatibilité des différentes couches appliquées. Dans le cas contraire, la mise en œuvre pourra être compromise et/ou des dégradations pourront apparaître lors du séchage ou du durcissement.

En rénovation, la reconnaissance des anciens films constitue une étape préalable au choix d'une peinture compatible. Cette identification peut être réalisée *in situ* au moyen de plusieurs essais d'orientation.

Sur la base de la nature du primaire ou de l'ancienne peinture, des liants chimiquement compatibles peuvent être déterminés pour les nouvelles couches. Des caractéristiques complémentaires (poli de surface, souplesse des couches, ...) et la nature du support peuvent également influencer le choix des peintures et/ou induire des modifications des étapes de préparation de surface. ■



www.cstc.be

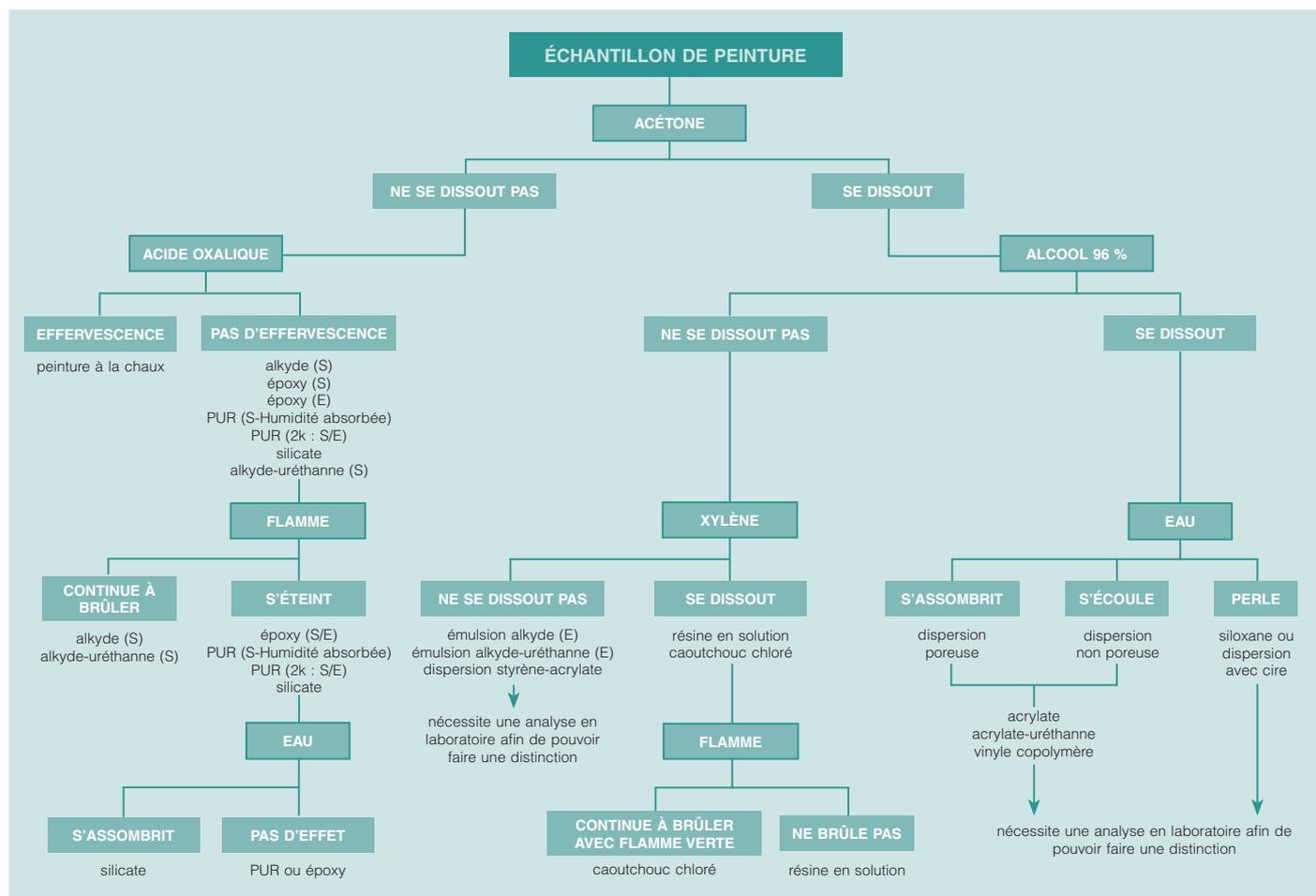
LES DOSSIERS DU CSTC N° 2/2010

La version longue de cet article peut être téléchargée sur notre site Internet.



Fig. 2 Vieillesse d'une peinture à base de résine alkyde.

Fig. 3 Essais d'orientation pour la reconnaissance des peintures (S = à base de solvant, E = dispersion d'eau, PUR = polyuréthane). Les résultats de ces tests peuvent dépendre d'un grand nombre de facteurs (âge, qualité, ...).



Compatibilité chimique entre les liants des peintures (S = à base de solvant, E = dispersion d'eau, PUR = polyuréthane).

| Peinture | | Primaire ou ancienne peinture | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------------------|-----|-------------------|--------|-----------------|-------|-----|----------|-----------|--------|---|---|
| | | Acrylate | | Acrylate-uréthane | Alkyde | Alkyde-uréthane | Chaux | PUR | Silicate | Siloxanes | Vinyle | | |
| | | S | E | E | S/E | S/E | E | S/E | E | E | E | | |
| Nouvelle peinture | Acrylate (1) | S | + | + | + | + | + | - | + | - | + | + | |
| | | E | + | + | + | + | + | + | - | + | - | + | + |
| | Acrylate-uréthane | E | + | + | + | + | + | + | - | + | - | + | + |
| | | Alkyde | S | + | + | + | + | + | - | + | - | - | + |
| | E | | + | + | + | + | + | + | - | + | - | - | + |
| | Alkyde-uréthane | S | + | + | + | + | + | - | + | - | - | + | |
| | | E | + | + | + | + | + | + | - | + | - | - | + |
| | Chaux | E | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - |
| | | | PUR | S | + | + | + | + | + | + | - | + | - |
| | E | + | | + | + | + | + | + | - | + | - | - | + |
| | Silicate | E | - | - | - | - | - | - | + | - | + | - | - |
| Siloxane | E | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | |
| Vinyle | E | + | + | + | + | + | + | - | + | - | + | + | |

(+) : compatible, (-) : pas compatible
 (1) La compatibilité d'un styrène-acrylate est similaire à celle d'un acrylate.
 (2) La compatibilité avec le solvant de la nouvelle peinture doit être testée.
 (3) Fonction de l'âge et de la tension de surface de la peinture siloxane.

Les fluctuations de température dans une installation de chauffage central à eau chaude entraînent des variations du volume d'eau. L'eau se dilate en se réchauffant et se contracte en se refroidissant, entraînant une augmentation ou une diminution de la pression dans l'installation. Le rôle principal du vase d'expansion consiste à empêcher que la pression ne devienne trop élevée ou trop basse. Cet article traite uniquement des vases d'expansion à pression variable.



✍ J. Schietecat, ing., chef du laboratoire 'Chauffage', CSTC

1 SPÉCIFICATIONS CONCERNANT LE DIMENSIONNEMENT

Les deux règles suivantes doivent être prises en compte lors du dimensionnement d'un vase d'expansion :

- la pression de l'installation doit en tout temps (même à froid) et en tout point (même le plus élevé) être supérieure à la pression atmosphérique afin d'éviter la pénétration d'air extérieur. La pénétration d'air due à une sous-pression pourrait, en effet, engendrer des problèmes de corrosion, des nuisances acoustiques, l'usure de la pompe, une baisse de l'émission calorifique des radiateurs, un déséquilibre hydraulique ou encore une augmentation de la consommation énergétique
- la pression de l'installation à chaud doit être inférieure (avec une marge de sécurité) à la pression d'ouverture de la soupape de sécurité, faute de quoi des pertes d'eau peuvent se produire via cette dernière et entraîner, dans le cas d'une installation à froid, une diminution de la réserve d'eau dans le vase d'expansion avec, à terme, un risque de sous-pression.

2 EVITER LES PROBLÈMES DE PRESSION

Les problèmes liés à la pression peuvent être évités en dimensionnant correctement le vase d'expansion et en réglant convenablement la pression initiale de gonflage du vase. Le gaz contenu dans ce dernier est séparé de l'eau de l'installation par une membrane souple.

Pour des raisons de sécurité (cf. NBN EN 12828), il est recommandé d'opter pour un vase d'expansion de taille suffisante, c.-à-d. capable d'absorber une expansion du volume d'eau pour un réchauffement jusqu'à 110 °C.

Dimensionnement et installation d'un vase d'expansion

3 EMBLACEMENT DU VASE D'EXPANSION DANS L'INSTALLATION

L'emplacement du vase d'expansion dans l'installation revêt une grande importance. L'endroit où le vase d'expansion est raccordé à l'installation en constitue en effet le point neutre (c.-à-d. le point où, à une température déterminée, règne une pression constante, indépendamment du fonctionnement du circulateur).

Le positionnement du vase d'expansion (cf. figure ci-dessous) doit se faire en tenant compte de trois règles importantes :

- le vase d'expansion doit être placé du côté de l'aspiration du circulateur, où une pression minimale (déclarée par le fabricant du circulateur) doit être conservée afin d'éviter la cavitation de celui-ci
- le vase d'expansion doit être placé le plus près possible de la chaudière, de sorte que la perte de pression entre le vase et la chaudière reste la plus faible possible et que la pression minimale de fonctionnement de la chaudière ne soit pas modifiée
- le vase d'expansion doit être raccordé à la conduite de retour vers la chaudière (c.-à-d. à l'endroit où la température de l'eau est la plus basse) afin de prolonger la durée de vie de la membrane. La température maximale indiquée par le fabricant de la membrane ne peut pas être dépassée.

4 CONTRÔLE ET ENTRETIEN DU VASE D'EXPANSION

Afin d'assurer le bon fonctionnement à long

terme du vase d'expansion, il est nécessaire de contrôler et de régler la pression dans le vase avant et après la mise en service, mais également de répéter régulièrement cette inspection (au moins tous les deux ans), de préférence au moment de l'entretien périodique de la chaudière.

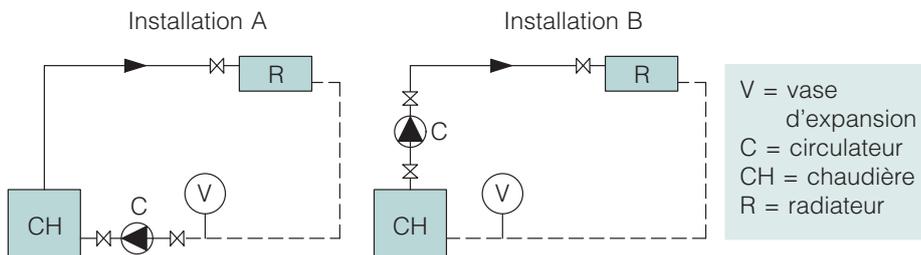
L'expérience montre que tant la pression de gonflage réglée en usine (à la livraison du vase d'expansion) que la pression initiale après le placement dans l'installation diminuent après un certain temps en raison de la diffusion du gaz du vase d'expansion dans l'eau. Outre le positionnement et le réglage de la pression de gonflage, l'ampleur de la perte de pression d'un vase d'expansion dépend également du gaz utilisé et de la qualité de la membrane.

5 TABLEUR PRATIQUE POUR LES VASES D'EXPANSION FERMÉS À PRESSION VARIABLE

Le Rapport CSTC n° 1 explique étape par étape le dimensionnement des vases d'expansion fermés à pression variable conformément à la méthode de calcul préconisée par la norme NBN EN 12828.

Par ailleurs, un tableur pratique créé à l'attention des installateurs permet, à l'aide de quelques données d'installation spécifiques (volume d'eau total, hauteur statique, ...), de déterminer la taille du vase d'expansion et la pression à régler après le placement de celui-ci dans l'installation. Ce tableur peut être téléchargé sur le portail Energie du CSTC à l'adresse suivante : <http://energie.cstc.be>. ■

Localisations recommandées du vase d'expansion dans l'installation.



Tandis qu'auparavant, seul un nombre limité de matériaux étaient utilisés pour les tuyaux des applications sanitaires et des systèmes de chauffage, on trouve aujourd'hui un large éventail de produits sur le marché. Le but de cet article est de préciser, à l'aide du marquage des tuyaux, l'aptitude à l'emploi de ces derniers pour des installations sanitaires et de chauffage.



L. Vos, ir.-arch., chercheur, laboratoire 'Energie durable et technologies de l'eau', CSTC

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

1 MARQUAGE DES TUYAUX

En guise d'exemple, voici l'analyse du marquage d'un tuyau sur lequel figurent les informations suivantes :

MERK XXX Ø20x3.4* PPR-80 TYP3 DIN 8077-8078-1988-20BAR/20C 10BAR/60C *DVGW 8317AS2295* ATG 08/2061 *NSF 61* *001A57-UNE EN ISO 15874-2 classe 1/10 bar - 60C-S 2.5* LNEC DH 601* SVGW 8912 2401* CSTBat 61/782 ATEC 1403-782 class 2/8 bar - 70C* *OVGW W1222* SKZA214 *Piip/a139 EN ISO 15874-2 class A* -E9-B- -*09:19* - *01/GIU/07* - *0708

Les informations les plus intéressantes du marquage sont écrites en vert et présentées une à une ci-dessous :

- MERK XXX** mentionne le nom du fabricant et la marque du tuyau fabriqué
- Ø20x3.4** : le diamètre externe et l'épaisseur de la paroi du tuyau sont de 20 et de 3,4 mm
- PPR** : le tuyau est constitué à partir de polypropylène 'random' polymère (PPR)
- 10BAR/60C** : le tuyau peut résister à une pression de 10 bar et à une température maximale de 60 °C, ce qui signifie qu'il peut être utilisé en Belgique dans une installation sanitaire dont la température ne dépasse jamais 60 °C
- ATG 08/2061** : ATG est l'abréviation de 'Agrément Technique/Technische Goedkeuring'. Cet agrément atteste que l'utilisation de ce tuyau sur le marché belge a été approuvée par l'institut de certification belge UBAtc. Ce tuyau est agréé uniquement pour l'application décrite dans l'ATG n° 2061 (dans un système de conduites sous pression pour la distribution d'eau sanitaire froide et chaude)
- EN ISO 15874-2 class A** : la norme 'produit' de ce tuyau est la norme européenne EN ISO 15874. 'Class A' se rapporte aux diamètres des tuyaux DN 12, 16, 20, 25, 32, 40, ... jusqu'à 160 appliqués en Belgique pour les conduites synthétiques
- UNE EN ISO 15874-2 classe 1/10 bar** correspond à la version italienne de la norme

Aptitude à l'emploi des tuyaux sanitaires et/ou de chauffage

'produit' européenne EN ISO 15874. 'Classe 1/10' désigne la classe de température et de pression. La normalisation européenne distingue, tant pour la distribution d'eau froide que d'eau chaude, cinq classes de température pour les tuyaux (cf. tableau). La normalisation associe à chacune de ces cinq classes quatre pressions possibles (4, 6, 8 et 10 bar). Les classes 4, 6 et 8 bar ne sont pas d'application en Belgique

- 09:19* - *01/GIU/07* - *0708** : ce tuyau a été fabriqué le 1^{er} juillet 2007 à 9h19 par l'unité de production 0708. Cette information permet une traçabilité du produit après sa distribution.

Le marquage du tuyau comporte en outre des informations moins importantes pour la pratique en Belgique, mais qui peuvent s'avérer utiles dans d'autres pays :

- class 2/8 bar** : le tuyau résiste à une pression de 8 bar et à une température de maximum 70 °C
- DIN 8077-8078-1988** : le tuyau répond aux normes 'produit' allemandes pour les tuyaux en polypropylène
- DVGW, SVGW, CSTBat, ATEC, OVEG, ...** : le tuyau satisfait à un certain

nombre d'agréments délivrés par des instituts de certification étrangers.

2 DANS LA PRATIQUE

Le tuyau examiné ici peut être utilisé en Belgique dans les installations sanitaires de distribution d'eau froide et d'eau chaude dont la température ne dépasse jamais 60 °C. Il ne suffit pas, pour un tuyau synthétique, de vérifier si la norme 'produit' est correctement indiquée dans le marquage. Si l'on souhaite vérifier l'aptitude à l'emploi d'un tuyau sanitaire ou de chauffage, il convient en effet de contrôler si celui-ci appartient à la bonne classe de température et de pression. ■



www.cstc.be

INFOFICHE N° 45

Pour de plus amples informations concernant le marquage des tuyaux pour les installations sanitaires et les systèmes de chauffage, nous renvoyons à l'Infocarte consultable sur notre site Internet.

Classes de température selon la normalisation européenne.

| Classe (1) | T _S [°C] (2) | Temps [ans] (3) | T _M [°C] (4) | Temps [ans] (3) | T _E [°C] (5) | Temps [h] (3) | Application |
|------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|---------------|---|
| 1 | 60 | 49 | 80 | 1 | 90 | 100 | Eau chaude sanitaire 60 °C |
| 2 | 70 | 49 | 80 | 1 | 95 | 100 | Eau chaude sanitaire 70 °C |
| 3 | 20 | 0,5 | 50 | 4,5 | 65 | 100 | Chauffage par le sol à basse température |
| | 30 | 20 | | | | | |
| | 40 | 25 | | | | | |
| 4 | 20 | 2,5 | 70 | 2,5 | 100 | 100 | Chauffage par le sol |
| | 40 | 20 | | | | | |
| | 60 | 25 | | | | | |
| 5 | 20 | 14 | 90 | 1 | 100 | 100 | Chauffage par radiateur à haute température |
| | 60 | 25 | | | | | |
| | 80 | 10 | | | | | |

(1) Chaque classe doit être combinée à une pression de 4, 6, 8 ou 10 bar.

(2) T_S : température de service.

(3) Temps pendant lequel le tuyau doit pouvoir supporter la pression choisie à la température T_S, T_M ou T_E.

(4) T_M : température maximale atteinte en cas de fonctionnement normal.

(5) T_E : température exceptionnelle pouvant être atteinte, par exemple, en cas de défaillance du dispositif de régulation.

Construire un nouveau bâtiment, vendre ou louer un logement existant constituent autant d'actions qui nécessitent désormais une étape complémentaire : la certification énergétique.



La certification énergétique des bâtiments

↳ X. Loncour, ir., chef de la division 'Energie et bâtiment', CSTC
N. Heijmans, ir., chef de projet, division 'Energie et bâtiment', CSTC

1 LES DIVERSES MÉTHODES DE CERTIFICATION ÉNERGÉTIQUE

L'instauration de systèmes de certification énergétique des bâtiments dans les Régions résulte de la transposition en droit belge de la **directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments**. Cette dernière impose aux Etats membres de mettre en place une certification énergétique des bâtiments lors de la construction, en cas de vente et de location, ainsi que pour les bâtiments publics d'une surface utile de plus de 1000 m². En Belgique, cette certification se met progressivement en place dans les Régions, lesquelles sont compétentes pour la transposition de cette directive.

Plusieurs méthodes de certification ont été développées afin de répondre aux différentes situations rencontrées. Le tableau ci-dessous présente une synthèse des systèmes opérationnels en Belgique en précisant leurs dates d'entrée en vigueur.

Les certificats pour bâtiments neufs décrivent les performances du bâtiment certifié et attestent de leur conformité aux exigences en vigueur. Dans la majorité des autres cas, il n'existe aujourd'hui aucune exigence de performance imposée au niveau du bâtiment dans son ensemble. Les **certificats** remplissent dès lors un rôle purement informatif et se contentent de refléter la performance (bonne ou mauvaise) du bâtiment certifié. Il s'agit donc, en quelque sorte, de la carte d'identité énergétique du bâtiment.

2 L'ENTREPRENEUR ET LA CERTIFICATION ÉNERGÉTIQUE

Dans le cas d'une **construction neuve**, des acteurs spécifiques sont chargés de veiller au respect des exigences réglementaires en vigueur. D'une manière générale, l'entrepreneur se conformera aux spécifications du cahier spécial des charges et veillera à ce que ses actions ou ses choix ne puissent en rien diminuer la performance énergétique. Les Infofiches 'PEB & Métiers' du CSTC indiquent en quoi les réglementations PEB régionales sont susceptibles d'influencer le travail de l'entrepreneur.

La situation est différente dans le cas des **logements existants**. Les certificats de performance énergétique contiennent en effet des recommandations visant à améliorer la performance énergétique du bâtiment. Ces conseils généraux sont délivrés automatiquement sur la base de la situation constatée dans le bâtiment, mais il n'existe aucune obligation de s'y conformer. Si une rénovation est entreprise, certains de ces travaux ne nécessitant pas de demande de permis pourraient se dérouler en l'absence d'un architecte. L'entrepreneur pourrait ainsi être confronté directement aux recommandations contenues dans ces certificats et être amené à conseiller son client dans le choix des techniques et de leur mise en œuvre. Le recours aux services d'un architecte ou d'un conseil technique extérieur à l'entreprise en charge des travaux est toutefois toujours souhaitable afin de définir clairement les ouvrages qui devront être réalisés par celle-ci.

Une fois les travaux réalisés, l'entrepreneur veillera à fournir toutes les informations techniques permettant à son client de démontrer que ceux-ci ont bel et bien été réalisés, de sorte que la performance énergétique améliorée du bâtiment puisse être valorisée dans un futur certi-

Certificat de Performance Énergétique (PEB) Bâtiment résidentiel existant

N° : XXXX/XXXXX
Valable jusqu'au : XXXX/XXXX
Certificateur agréé N° :

Données administratives

Rue : N° : Boite :
CP : Localité :
Type de bâtiment :
Permis de bâtir/d'urbanisme/unique obtenu le : XXX/XXXX/XXXX
Numéro de référence du permis :
Année de construction : Version du protocole :
Prix du certificat (TVA2) : Version du logiciel :

Consommation énergétique calculée du bâtiment

Consommation totale d'énergie primaire (kWh/an) :
Consommation spécifiques d'énergie primaire - E_{sp} (kWh/m².an)

| | |
|---|-----------------|
| A | 15-18 kWh/m².an |
| B | 18-21 kWh/m².an |
| C | 21-25 kWh/m².an |
| D | 25-30 kWh/m².an |
| E | 30-35 kWh/m².an |
| F | 35-40 kWh/m².an |
| G | 40-45 kWh/m².an |

Indicateurs spécifiques

Enveloppe du bâtiment
Système de chauffage
Système de production d'eau chaude sanitaire
Ventilation
Système de production d'énergie renouvelable

Cette consommation est établie sur base d'une occupation, d'un climat intérieur et de conditions climatiques standardisées, de telle sorte que le résultat peut différer de votre consommation réelle. Cette approche standardisée permet de comparer les bâtiments entre eux, de manière objective. Elle prend en compte les consommations liées au chauffage, la production d'eau chaude sanitaire, les auxiliaires et éventuellement, le refroidissement, la climatisation et les pertes en énergie primaire (1).

Certificateur agréé N°

Nom :
Prénom :
Rue : N° : Boite :
CP : Localité :
Pays :

Je déclare que toutes les données qui sont reprises sur ce certificat sont conformes à la réalité.

Date :
Signature :

Page 01 sur 02

Certificat de performance énergétique applicable aux logements existants en Région wallonne.

cat énergétique. Il peut s'agir notamment d'une description de la composition des parois reprenant les caractéristiques des isolants mis en œuvre (types de produits, marques, épaisseurs et valeurs lambda), des informations techniques concernant les fenêtres (types de produits, marques, valeur U et g), des notices techniques des nouveaux équipements installés, ... ■

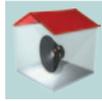
 www.cstc.be
LES DOSSIERS DU CSTC N° 2/2010

La version longue de cet article peut être téléchargée sur notre site Internet.

Dates d'entrée en vigueur des systèmes de certification énergétique des bâtiments dans les trois Régions.

| Type de bâtiment | | Région flamande | Région wallonne | Région de Bruxelles-Capitale |
|--|------------------------|---|---|---|
| Dans le cas d'une nouvelle construction | Bâtiments résidentiels | Permis rentré à partir de janvier 2006 | Permis rentré à partir de mai 2010 | Permis rentré à partir d'août 2008 |
| | Bureaux et écoles | | | |
| Dans le cas d'une vente ou d'une location | Bâtiments résidentiels | • En cas de vente : novembre 2008 | • En cas de vente d'une maison unifamiliale : juin 2010 | Détails du système et date d'entrée en vigueur non encore définis |
| | | • En cas de location : janvier 2009 | • Autres cas : juin 2011 | |
| Bâtiments publics de plus de 1000 m ² | | Certificat affiché à partir de janvier 2009 | Détails du système et date d'entrée en vigueur non encore définis | Détails du système et date d'entrée en vigueur non encore définis |

L'isolation acoustique entre appartements dépend en grande partie de la conception du gros œuvre.



Dans un article paru dans le CSTC-Contact n° 24, nous vous présentions déjà un premier concept de gros œuvre constitué de dalles continues et de sous-couches résilientes au droit de la jonction entre les parois et les planchers. Voici à présent un deuxième concept : les planchers y sont interrompus au droit de la coulisse du mur mitoyen. Celui-ci doit être conçu comme un mur creux sans ancrages et il ne peut y avoir aucun contact rigide entre les parois.

✍ B. Ingelaere, ir., chef adjoint du département 'Acoustique, énergie et climat', CSTC

1 ISOLATION ACOUSTIQUE HORIZONTALE

Une isolation acoustique élevée peut être obtenue entre appartements voisins en réalisant des **murs creux sans ancrages** et en respectant rigoureusement les détails de mise en œuvre de la toiture, des fondations et des appuis des planchers porteurs. Dans ce concept de gros œuvre, le creux du mur (de 4 cm de largeur) fait barrière aux vibrations et empêche la transmission latérale des bruits aériens et des bruits de choc à l'habitation adjacente. L'isolation acoustique horizontale, tant pour les parois mi-lourdes (> 125 kg/m²) que lourdes (> 250 kg/m²), sera dès lors beaucoup plus performante que dans le cas de murs mitoyens monolithiques traditionnels en briques (de 30 cm d'épaisseur).

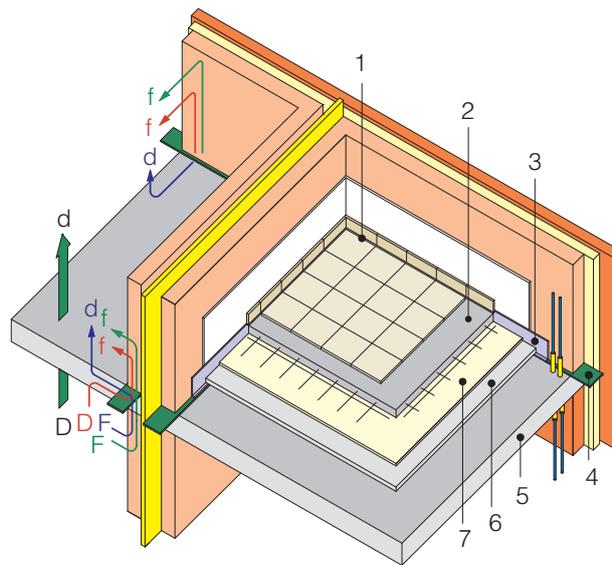
2 ISOLATION ACOUSTIQUE VERTICALE

Etant donné qu'il faut tenir compte, lors de la construction d'appartements, des voisins du dessus et du dessous, certaines exigences doivent être prises en considération en ce qui concerne l'isolation acoustique verticale et l'isolation aux bruits de choc. Voici un aperçu des différentes voies de transmission du bruit d'un appartement à un autre situé au-dessus.

2.1 TRANSMISSION DIRECTE

La transmission directe du bruit à travers le plancher (voie Dd) n'est pas uniquement fonction de l'efficacité de la chape flottante (*),

Méthodes de construction pour améliorer l'isolation acoustique entre appartements (2)



Conception recommandée pour les parois mi-lourdes.

1. Joint antivibratoire entre la plinthe et le revêtement de sol
2. chape flottante
3. Bande périphérique
4. Bande résiliente
5. Plancher porteur
6. Couche d'égalisation
7. Sous-couche résiliente

mais également – et surtout – de la masse surfacique de ce dernier (exprimée en kg/m²).

2.2 TRANSMISSION LATÉRALE

On distingue trois voies potentielles de transmission latérale par nœud (c.-à-d. à chaque croisement d'une paroi verticale continue avec le plancher). Dans une pièce constituée de quatre murs, il peut dès lors y avoir douze voies de transmission que l'on pourra limiter comme suit à chaque nœud (cf. schéma) :

- la voie mauve Fd (du mur au plancher) sera limitée dans pratiquement tous les types de murs et de planchers si une chape flottante a été correctement mise en œuvre
- les voies vertes Ff (d'un mur à l'autre) et rouge Df (du plancher au mur) sont presque entièrement déterminées par la masse surfacique du plancher porteur (plus elle est élevée, meilleure est l'isolation) et du mur porteur situé au-dessus et en dessous de celui-ci.

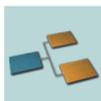
La combinaison d'un plancher trop léger et de ces transmissions latérales peut avoir pour

conséquence que les constructions constituées de **parois mi-lourdes** (en blocs de terre cuite, p. ex.) ne satisfont plus aux exigences de confort acoustique normal (NBN S 01-400-1). Afin d'éliminer presque entièrement la transmission du bruit par les voies latérales Ff et Df, il suffit d'appliquer une bande résiliente spéciale sous chaque mur prenant appui sur le plancher (cf. figure) (*). Ces bandes permettent aux constructions dont les planchers porteurs ont une masse surfacique de 400 kg/m² de satisfaire également aux exigences de confort acoustique supérieur ($D_{nT,w} \geq 58$ dB).

Les constructions constituées de **parois lourdes** (en blocs silico-calcaires massifs ou en d'autres matériaux dont la masse surfacique est supérieure à 250 kg/m²) et de planchers porteurs d'au moins 400 kg/m² offrent d'emblée un confort acoustique normal. Si la masse des planchers porteurs est de minimum 500 kg/m², la construction peut même satisfaire aux exigences de confort acoustique supérieur. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de prévoir une bande résiliente sous les murs reposant sur un plancher. ■

(*) Des recommandations relatives à la conception et à l'exécution des chapes flottantes et des sous-couches résilientes ont été formulées au § 3 du Cahier 15 des Dossiers du CSTC n° 2009/3.

Les équipements du bâtiment sont de plus en plus complexes en raison des exigences plus sévères en matière de confort, d'environnement, de sécurité et d'entretien. Afin de faire face à ces évolutions, la méthode de travail traditionnelle en deux dimensions (plans sur papier complétés par des informations issues du cahier des charges) est très souvent remplacée par l'application de modèles constructifs où l'aspect tridimensionnel de l'ouvrage est complété par des informations figurant d'ordinaire dans le cahier des charges.



↳ T. Lemoine, ing., chercheur, division 'Acoustique', CSTC

Dans ces modèles constructifs, les lignes et les points d'un simple dessin sont remplacés par des 'objets communicants'. Ainsi, un mur n'est plus représenté par un ensemble de traits, mais par un objet indépendant complété d'informations relatives notamment aux matériaux utilisés ou à la fonction exercée par l'objet 'mur' dans le modèle constructif.

Le résultat obtenu par une telle numérisation des données porte le nom de *Building Information Model* ou BIM. Un BIM peut donc être considéré comme une visualisation 3D+, la 3D étant combinée à des informations supplémentaires propres à chaque objet. Le modèle n'est toutefois pas limité à une représentation 3D puisqu'il peut également être associé à un planning (simulation, 4D) ou au prix de revient (calcul du prix de revient, 5D).

Offrant un bon aperçu de toutes les informations générées par les divers intervenants au cours du processus de construction ou du cycle de vie, le BIM va plus loin encore que les modèles constructifs numériques traditionnels ou les logiciels de CAO (conception assistée par ordinateur). Pour faire simple, un BIM est constitué de deux aspects importants : d'une part, une visualisation 3D de l'ouvrage et, d'autre part, une base de données contenant des informations supplémentaires sur les caractéristiques, les performances, les matériaux, ...

Etant donné qu'un BIM peut être associé à divers autres systèmes et progiciels (tels que des programmes de calcul de la stabilité, des systèmes de production, entre autres, pour des éléments de façade préfabriqués et des systèmes financiers), le processus de construction peut en fait être géré entièrement par ce mo-

Les BIM, modèles constructifs de demain

dèle constructif. Afin de profiter pleinement de tous les avantages du BIM, il est également nécessaire que l'ensemble des données disponibles soient interchangeable entre les systèmes associés au modèle. Pour atteindre cet objectif, buildingSMART (*) développe en ce moment même un format d'échange ouvert appelé *Industry Foundation Classes* (IFC).

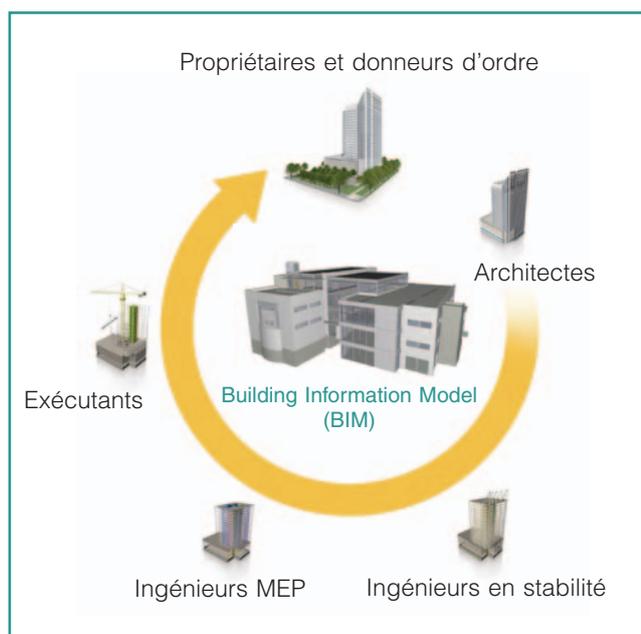
La mise en œuvre d'un BIM est susceptible d'améliorer sensiblement l'efficacité du processus de construction; en effet :

- les **erreurs de conception** peuvent être décelées à un stade précoce grâce au contrôle des points sensibles (des conduits qui se croisent, p. ex.), ce qui réduit les risques de problèmes durant les étapes ultérieures du processus de construction
- étant donné que les partenaires élaborent ensemble un seul et même modèle, chacun d'eux dispose à tout moment des **informations les plus récentes**. Ce mode de communication transparent et univoque est de nature à réduire considérablement les coûts liés à des erreurs et à limiter les discussions entre les diverses parties

- la visualisation en trois dimensions permet de tester **différentes solutions** au préalable. Le client se fait dès lors une idée plus réaliste de l'ouvrage et participe davantage à la phase de conception
- le **gain de temps** engendré par la centralisation de toutes les informations peut réduire les délais, ce qui laisse plus de temps pour l'optimisation de l'ouvrage.

Si l'application d'un tel modèle constructif exige au départ un certain investissement en temps et en moyens financiers – de sorte que la méthode pourra sembler de prime abord moins attractive –, ces frais de démarrage seront largement compensés une fois le système bien mis en place.

Afin d'assurer un bon échange d'informations, il est essentiel que tous les partenaires impliqués dans le projet se concertent au préalable pour déterminer quelle sera la structure du modèle à adopter. A cet égard, il peut être utile de désigner un manager BIM chargé de contrôler et de soutenir le processus de construction. ■



Représentation schématique d'un Building Information Model.

(*) Organisation internationale mettant des architectes, des ingénieurs, des constructeurs et des fabricants en contact avec des fournisseurs de logiciels.

Publications du CSTC



Les Dossiers du CSTC 2/2010

- Cahier 2. Aménagement des espaces sous toiture.
- Cahier 7. Résistance à l'effraction des éléments de façade menuisés (V. Detremmerie).
- Cahier 9. Spécifications pour les mortiers d'enduit (I. Dirx et Y. Grégoire).
- Cahier 18. Réglementation sur la performance énergétique des bâtiments : du nouveau à Bruxelles et en Wallonie (mise à jour mai 2010) (C. Delmotte).

Les Dossiers du CSTC 4/2009

- Cahier 7. Nouveaux matériaux aux propriétés photocatalytiques (T. Vangheel, A. Pien et A. Boisdenghien).
- Cahier 11. ETICS : l'enduit (Y. Grégoire et E. Godderis).

Les Dossiers du CSTC 2/2009

- Cahier 18. Rénovation des caves.

Infofiches 'PEB & Métiers'

- N° 42.1 : Ventilation des bâtiments – Infofiche introductive : principes de base et rôles des intervenants (02/2010).
- N° 42.2 : Ventilation des bâtiments – Exigences de conception et de dimensionnement (02/2010).
- N° 42.3 : Ventilation des bâtiments – Possibilités de diminution du niveau E (02/2010).
- N° 42.4 : Ventilation des bâtiments – Les ouvertures d'alimentation naturelle (02/2010).
- N° 42.5 : Ventilation des bâtiments – Les ouvertures et conduits d'évacuation naturelle (02/2010).
- N° 42.6 : Ventilation des bâtiments – Les prises d'air et bouches de rejet (ventilation mécanique) (02/2010).
- N° 42.7 : Ventilation des bâtiments – Les ouvertures de transfert (02/2010).
- N° 42.8 : Ventilation des bâtiments – La ventilation mécanique : les bouches, conduits, ventilateurs et groupes (02/2010).
- N° 42.9 : Ventilation des bâtiments – Réception, utilisation et entretien (02/2010).

CSTC-Digest

- N° 10.1 : Chaudières à condensation. Avantages et principe de fonctionnement (2010).
- N° 10.2 : Chaudières à condensation. Une nouvelle installation de chauffage (2010).
- N° 10.3 : Chaudières à condensation. Remplacement d'une chaudière existante (2010).

Monographie

- N° 26 : La fin des lampes à incandescence ? Exigences et impact de la nouvelle réglementation européenne pour l'éclairage domestique (2010) (B. Deroisy, A. Deneuer, P. D'Herdt).

PUBLICATIONS

Les publications du CSTC sont disponibles :

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

Pour tout renseignement, appelez le 02/529.81.00 (de 8h30 à 12h) ou écrivez-nous par fax (02/529.81.10) ou par mail (publ@bbri.be).

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

www.cstc.be

CSTC

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
site web : 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)