



- 4 Normalisation du béton apparent
- 7 Panneaux photovoltaïques sur toitures plates
- 10 Vitrage et casse thermique
- 14 Toitures réfléchissantes
- 17 Isolation par l'intérieur

Sommaire

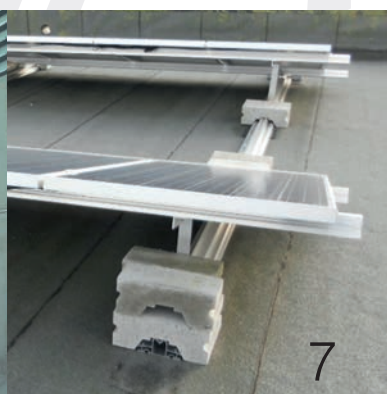
- 1 Droit de réponse sur l'article 'Le doute n'est plus permis'
- 2 Interactions entre les corps de métier lors de rénovations énergétiques
- 3 La délamination des sols industriels : premières observations
- 4 Normalisation en vue pour le béton apparent
- 5 Fiches d'exécution des pieux
- 6 Fixation des couvertures métalliques à joints debout sur des supports en bois
- 7 Panneaux solaires sur toitures plates : sollicitations dues au vent
- 8 Pose des fenêtres conformément à la PEB
- 10 Vitrage et casse thermique
- 11 Tolérances des ETICS
- 12 Contrôle des tolérances dimensionnelles sur chantier
- 13 Les tolérances dimensionnelles face aux exigences des maîtres d'ouvrage
- 14 Revêtements réfléchissants et installations photovoltaïques
- 15 Conception et dimensionnement des installations de chauffage central : révision du Rapport CSTC n° 1
- 16 Remplacement des appareils au gaz naturel raccordés à des conduits d'évacuation collectifs
- 17 Isolation des murs existants par l'intérieur : diagnostic
- 18 Un nouveau laboratoire acoustique au CSTC
- 19 Transport vertical dans les habitations
- 20 C-DOC® facilite la gestion des documents



3



4



7



10



14



18

Droit de réponse sur l'article 'Le doute n'est plus permis'

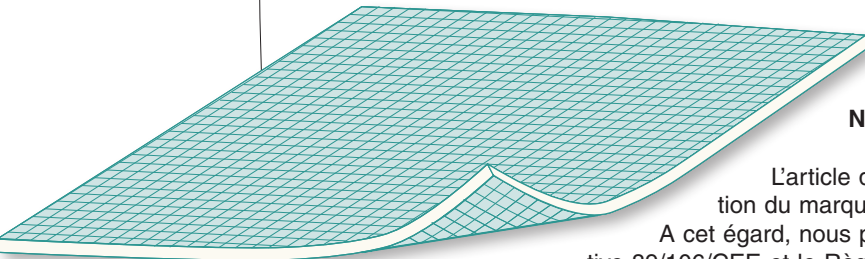
Le syndicat européen des fabricants d'isolants minces multicouches réflecteurs (EMM) écrit au CSTC à propos de l'article 'Le doute n'est plus permis' :

L'EMM souhaite réagir à l'article intitulé 'Le doute n'est plus permis' publié dans le numéro 2012/3 de la revue CSTC-Contact. L'EMM souhaite ainsi apporter certaines précisions et un complément d'informations concernant les performances thermiques des isolants minces réfléchissants (ou 'IMR').

En premier lieu, la norme NBN EN 16012 à laquelle l'article se réfère est une 'norme d'essai' basée sur des tests réalisés en laboratoire. Or une 'norme d'essai', à l'inverse d'une 'norme produit', ne permet pas d'obtenir le marquage CE. Contrairement à ce qu'indique l'article, elle n'est aucunement obligatoire et ne se suffit pas à elle-même.

En second lieu, l'article omet de mentionner qu'une autre norme – basée non pas sur des tests en laboratoire mais sur des tests in situ – est en cours d'élaboration et doit compléter la norme NBN EN 16012. Cette norme permettra d'évaluer en conditions réelles d'utilisation le comportement thermique de tous les matériaux isolants du marché. A terme et conformément à la résolution du Bureau Technique du CEN du 5 juin 2009, ces deux normes permettront l'obtention de deux valeurs qui se compléteront. Il convient par ailleurs de noter que cette approche est également préconisée par la Commission Européenne qui a rappelé à plusieurs reprises la nécessité de développer les deux normes 'en parallèle'.

Dès lors, la norme NBN EN 16012 ne saurait à elle seule permettre de tirer une quelconque conclusion quant à la performance thermique des IMR.



Notre commentaire :

L'article du CSTC n'avait pas pour intention d'aborder la question du marquage CE des produits minces réfléchissants (PMR).

A cet égard, nous pouvons tout de même préciser ce qui suit : la Directive 89/106/CEE et le Règlement 305/2011 stipulent que le marquage CE est possible si l'on se base sur des normes harmonisées, des agréments techniques européens ou des évaluations techniques européennes.

La norme NBN EN 16012 décrit une série d'approches pouvant être adoptées afin de déterminer les performances thermiques déclarées et indique laquelle convient pour chaque type de produit. Toute norme reflète l'état de l'art et les règles de bonne pratique. Leur application n'est toutefois obligatoire que si la réglementation ou le cahier des charges y fait référence.

Une norme décrivant la réalisation de tests *in situ* en vue d'évaluer les performances thermiques des produits de construction, des éléments et des structures est effectivement en préparation. Le but de notre article n'était toutefois pas de délivrer des informations relatives à un projet de norme non encore approuvé dans sa version définitive et, conséquemment, non encore d'application.

La réaction de l'EMM n'altère nullement notre point de vue scientifique et technique quant aux performances thermiques des PMR. Nous invitons dès lors le lecteur intéressé à consulter les différentes publications parues sur le sujet et notamment celles éditées par le CSTC ([Les Dossiers du CSTC 2005/2.9](#) et le [Rapport CSTC n° 9](#)). ■

Si l'on souhaite concrétiser d'ici 2020 et 2050 les ambitions européennes et régionales en matière de climat et d'économie d'énergie, il ne suffit pas de s'attacher uniquement aux constructions neuves. En effet, le véritable défi sera celui de la rénovation énergétique du bâti existant. Il faudra donc rénover davantage, et mieux.

Interactions entre les corps de métier lors de rénovations énergétiques

J. Vrijders, ir., chef de projet, laboratoire Développement durable, CSTC
L. Wastiels, dr. ir.-arch., chef de projet, laboratoire Développement durable, CSTC
S. Herinckx, ir., chercheur, laboratoire Rénovation, CSTC

Une rénovation énergétique approfondie s'opère selon les mêmes principes qu'un projet de construction neuve à consommation énergétique quasi nulle. Outre des adaptations technologiques concrètes, les travaux de rénovation requièrent une approche intégrale et un processus de construction fluide. La coordination sur le chantier est en effet cruciale, car elle permet, par exemple, de garantir l'étanchéité à l'air globale du bâtiment et de réduire les ponts thermiques. Une mise en œuvre soignée reste évidemment nécessaire.

Le processus de rénovation est compliqué en ce qu'il est très fragmenté, puisque les travaux sont souvent réalisés par étapes et par différents entrepreneurs, qui exécutent chacun une partie du travail. Ainsi, il se peut que l'exécution de certains travaux détériore ceux déjà effectués ou que l'on ne pense pas suffisamment aux travaux ultérieurs, ce qui complique la réalisation de ces derniers. Il arrive parfois que la couche d'étanchéité soit percée ou que l'on rénove une toiture sans tenir compte des installations (solaires) qu'il faudra placer par la suite.

Ces problèmes peuvent être évités en gardant à l'esprit à chaque étape le résultat final à atteindre. A cet effet, l'entrepreneur général ou l'architecte peut endosser le rôle de coordinateur. Chaque entrepreneur doit en outre être conscient du fait que ses activités ont un impact sur les travaux des autres.

Le projet One Stop Shop (cf. encadré ci-dessous) a dressé la carte des diverses interactions pouvant survenir durant le processus de rénovation. La méthodologie utilisée à cet effet peut également être appliquée à des projets individuels. Elle consiste à placer dans les rangées et les colonnes d'un tableau l'ensemble des travaux de rénovation envisagés. A leurs intersections sont ensuite indiquées les éventuelles interactions. Celles-ci peuvent être réparties en quatre grands groupes :

- **éviter les ponts thermiques** au droit de la jonction de divers éléments (sol, mur, toiture, menuiserie) : raccord à l'isolation existante, pose d'une isolation ultérieure à prévoir
- **assurer et maintenir la continuité de la couche d'étanchéité à l'air** : veiller à ce que les barrières placées puissent être raccordées à des éléments ultérieurs et à ce que tout percement puisse être réparé
- **concevoir les installations dans l'optique de l'enveloppe finale** : prévoir une ventilation si l'enveloppe est étanchéifiée et dimensionner les installations en fonction de l'enveloppe finale (puissance moindre si le bâtiment est bien isolé)
- **réaliser les travaux de rénovation sur la base d'un diagnostic de la situation existante** : contrôler la stabilité lorsque des charges supplémentaires sont prévues, résoudre les problèmes d'humidité avant le début des travaux, prévoir un système de

ventilation de substitution lorsque d'anciens dispositifs (ancienne chaudière, menuiserie perméable à l'air) sont amenés à disparaître.

Ces interactions peuvent avoir un impact négatif sur le résultat global de la rénovation. La solution à ces éventuels problèmes consiste à combiner les aspects suivants :

- chaque entrepreneur effectue ses travaux en connaissance de cause
- chaque entrepreneur est conscient de l'impact que peuvent avoir ses travaux sur ceux des autres et sur le résultat final, et prévoit donc des solutions sur le chantier
- lors de la conception et de la préparation du chantier, il convient de s'interroger sur les interactions et d'élaborer les détails techniques qui serviront de base lors de la mise en œuvre
- en cas de détails plus complexes ou aux exigences strictes, un coordinateur peut veiller à une bonne organisation (planning) et communication (conventions) entre les diverses parties. Ce rôle peut être confié à l'architecte et/ou à l'entrepreneur général. Le coordinateur peut également contrôler la mise en œuvre
- des innovations peuvent, parfois, éviter les interactions (en intégrant déjà certaines fonctions en usine ou en prévoyant un solin d'attente).

Des solutions spécifiques ont été développées au sein du projet One Stop Shop pour des travaux touchant à six grands domaines : les toitures, les murs extérieurs, le sol, les menuiseries, les finitions et les installations. Il n'existe pas encore de solution adaptée pour toutes les situations envisageables et certaines méthodes d'exécution ne bénéficient pas encore d'une solution de substitution. Nous espérons pouvoir y remédier prochainement en approfondissant le projet. ■

ONE STOP SHOP

From demonstration projects towards volume market:
innovations for one stop shop in sustainable renovation

Ce projet, subsidié par l'IWT dans le cadre du programme européen EracBuild et mené en collaboration avec *Passiefhuisplatform vzw*, la Confédération Construction flamande et un certain nombre de partenaires européens (cf. www.one-stop-shop.org), nous a permis :

- d'établir un catalogue des techniques innovantes de rénovation 'basse énergie'
- de suivre et de documenter deux projets de démonstration flamands; ceux-ci consistaient à analyser les coûts et l'efficacité environnementale (LCC et LCA) de rénovations plus ou moins intensives et de futures rénovations à consommation énergétique quasi nulle
- de développer de nouveaux modèles collaboratifs entre partenaires de construction et des modèles d'entreprise pour les rénovations énergétiques intensives
- de créer un site Internet pour convaincre les clients et les aider dans leurs décisions.

www.cstc.be

LES DOSSIERS DU CSTC 2012/4.2

La version intégrale traitera davantage des défis, de la problématique et des éventuelles solutions liées à la rénovation intégrale ainsi qu'aux interactions pouvant survenir durant le processus de rénovation.

Ces dernières années, la division Avis techniques a été confrontée à un grand nombre de cas de dégradations des sols industriels. En 2010, on dénombrait ainsi plus de 30 cas représentant en outre une surface au sol globale bien plus importante qu'avant 2009. Ces problèmes ont incité le CSTC à mener avec le CRIC une recherche ('Floorcrete', subsidiée par le SPF Economie) relative à la délamination des sols industriels. Voici les premières observations.



La délamination des sols industriels : premières observations

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

V. Dieryck, ir., chef de laboratoire adjoint, et B. Doods, ir., chef de projet, laboratoire Technologie du béton, CSTC

CARACTÉRISTIQUES

Le phénomène de délamination (cf. figure) peut apparaître sur les sols industriels dont la finition est réalisée mécaniquement. Il s'agit de la séparation d'une couche mince, de 3 à 10 mm d'épaisseur (exceptionnellement 30 mm), à la surface du béton et non d'un cas de décollement de la couche d'usure tel que ceux que nous avons pu rencontrer dans le passé. Le plan de séparation se situe souvent dans le béton et non plus entre la couche d'usure et le béton. Ce phénomène peut apparaître immédiatement après la finition ou se manifester des jours, voire des mois après la mise en service du sol. La surface délaminée peut s'étendre de quelques centimètres à quelques mètres carrés. La délamination est apparente lorsque le béton est durci et que la surface se détériore sous l'effet de la circulation.

CAUSES

La délamination serait causée par de l'**eau de ressuage** ou par des **bulles d'air** piégées sous une surface de mortier polie et plus dense. Cette eau ou ces bulles se mettent en mouvement par l'action des pales lors du talochage et du polissage et s'agglomèrent sous une couche superficielle. Des zones plus faibles sont ainsi créées et l'action intensive du polissage, de la circulation et du retrait provoquent alors la délamination de cette couche superficielle.

Si l'eau et l'air peuvent 's'échapper' avant que la surface du béton ne soit complètement 'fermée', la délamination a peu de chance de se produire. Par contre, si le béton est visqueux, les bulles d'air et l'eau auront des difficultés à s'en échapper. La teneur en air du béton joue également un rôle prépondérant : les bétons contenant plus de 3 % d'air entraî-



Délamination d'une couche de béton

né sont en effet sensibles à la délamination.

Nous constatons également que le moment où la finition est réalisée est crucial. Une prise lente ou la **formation de croûtes** (*crusting*) rend cependant difficile la détermination du moment optimal pour la finition. Ainsi, la délamination a plus de chance de se produire lorsque des facteurs augmentant le temps de ressuage du béton (un substrat froid, p. ex.) sont combinés à des facteurs accélérant le durcissement (température de l'air élevée, p. ex.).

La formation de croûtes se manifeste par l'absence d'eau de ressuage sur un béton durci alors que le béton sous-jacent est encore plastique. Certains entrepreneurs ont en effet l'impression de travailler sur un 'matelas d'eau'. Si l'on commence la finition à ce stade, le béton sous-jacent se déformera et la surface sera alors fissurée et ondulée. Par contre, si l'on attend le durcissement du béton sous-jacent, la surface sera trop dure pour pouvoir être polie jusqu'à la planéité souhaitée (de plus, l'incorporation de la couche d'usure et son hydratation seront rendues difficiles en raison du manque d'eau).

Avec la formation de croûtes, la surface du béton se ferme prématurément, piégeant les bulles d'air et d'eau présentes dans le béton sous-jacent et augmentant le risque de délamination.

Outre la teneur en air du béton, la quantité d'eau de ressuage et la vitesse de ressuage, il semble que la viscosité joue également un rôle dans le problème de délamination. Un béton visqueux résulte de la teneur élevée en air incorporé, du taux important de fines (additions et ciment) et d'un excès de sable fin.

AUTRES CONSTATATIONS

En juillet 2010, des essais à grande échelle ont été effectués au CSTC dans le cadre d'une vaste recherche intitulée 'Floorcrete', menée en collaboration avec le CRIC et subsidiée par le SPF Economie.

Deux compositions de béton différentes ont été testées : une ancienne composition de béton M1, sans superplastifiant, et une composition de béton M2, contenant moins d'eau, considérée comme potentiellement sensible à la délamination.

La finition a été réalisée à deux stades différents : soit à un moment considéré comme optimum compte tenu de la prise du béton, soit à un stade ultérieur. Outre le début de délamination observé au microscope avec la composition M2, d'autres constatations ont pu être effectuées avec ce béton, notamment :

- une plus grande difficulté de mise en œuvre (béton visqueux, voire collant)
- une couche d'usure moins clairement visible par microscopie
- une faible résistance à l'usure.

Or, ces dernières années, des résistances à l'usure insuffisantes ont été fréquemment rencontrées par les ingénieurs de la division Avis techniques du CSTC. Les deux problèmes pourraient donc être liés. ■

www.cstc.be

LES DOSSIERS DU CSTC 2012/4.3

La version intégrale de cet article sera prochainement disponible sur notre site Internet.

Normalisation en vue pour le béton apparent

Cet article a été supprimé le 27 octobre 2020 ; pour de plus amples informations
au sujet du béton apparent, il convient de se référer à la NIT 268.



La division Géotechnique du CSTC élabore à l'heure actuelle, avec le secteur, une série de fiches d'exécution relatives aux techniques spéciales de fondation. Cette initiative avait été annoncée pour la toute première fois dans le [CSTC-Contact 2010/4](#). En juillet de cette année, une première série de six fiches ayant trait aux techniques de soutènement a vu le jour ([Info-fiches 56.1 à 56.6](#)). Le CSTC achève en ce moment une nouvelle série de cinq fiches concernant les pieux vissés à refoulement.



Fiches d'exécution des pieux

✎ N. Huybrechts, ir., chef de division, et
M. De Vos, ir., chef adjoint, division Géo-
technique, CSTC
F. De Cock, ir., chef d'entreprise, GEO.BE
M. Roovers et E. Dupont, ABEF

Cette nouvelle série de fiches a été conçue, en étroite collaboration avec l'Association belge des entrepreneurs de fondation (ABEF), dans le cadre du projet TIS-SFT (subsidé par l'IWT) consacré aux techniques spéciales de fondation. Les fiches concernent cinq types de pieux vissés à refoulement : les pieux Atlas et Omega (Franki Foundations Belgium), le pieu Fundex® (Fundex) et les pieux vissés à refoulement GVS (De Waal Palen et Olivier Funderingstechnieken). Ces systèmes n'ont pas été choisis au hasard, mais parce qu'ils ont fait l'objet de plusieurs campagnes d'essais menées par le CSTC (cf. [CSTC-Magazine 2002/3](#)).

Les fiches expliquent clairement, pour chaque système, la méthode d'exécution (cf. figure 2), les diamètres et dimensions disponibles sur le marché ainsi que les performances minimales exigées des machines. Le texte indique également les possibilités d'utilisation de chaque système en ce qui concerne les inclinaisons possibles et la distance minimale par rapport aux constructions existantes (cf. figure 1).

L'objectif visé était entre autres de fournir d'importantes informations complémentaires aux normes européennes de dimensionnement et d'exécution en vigueur. Les aspects de mise en œuvre valables pour plusieurs systèmes de pieux sont abordés dans une rubrique distincte. Il s'agit notamment des exigences relatives aux matériaux utilisés (béton et armatures, p. ex.), de l'entraxe des pieux ou des tolérances d'exécution. Cette rubrique commune comporte également une description sommaire basée sur la version la plus récente de la norme d'exécution européenne (la norme NBN EN 12699 pour les cinq systèmes cités auparavant, p. ex.).

Enfin, les fiches ont été conçues comme un complément au [Rapport CSTC n° 12](#), qui décrit le dimensionnement des pieux en Belgique selon l'Eurocode 7. En effet, le dimensionnement des pieux implique de nombreux facteurs et coefficients dépendant directement de la méthode d'exécution du système.

Ces cinq premières fiches seront systématiquement complétées avec d'autres types de pieux et de nouvelles fiches relatives aux techniques spéciales de fondation (tirants d'ancrage,

soutèvements, techniques de reprise en sous-œuvre, ...). A terme, ces informations seront rassemblées dans une Note d'information technique interactive qui remplacera la [NIT 129](#). ■

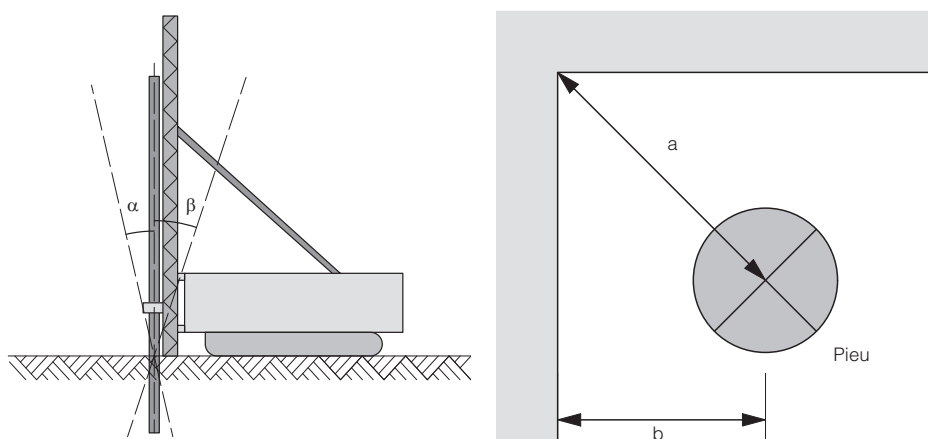
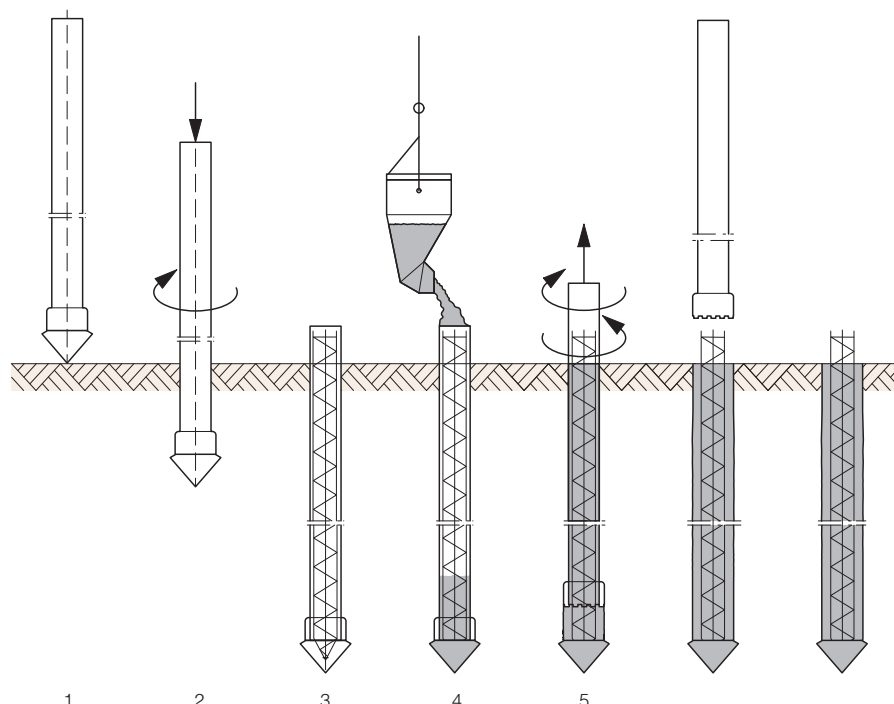


Fig. 1 Inclinaisons possibles (à gauche) et distance à respecter par rapport aux constructions existantes (à droite)



1. Un tube de forage en acier, muni d'une pointe de forage perdue, est positionné à la surface du sol.
2. Le tube est vissé dans le sol sous l'action combinée d'un couple de forage et d'une charge axiale.
3. Une fois atteinte la profondeur de pointe prédéterminée, l'armature est placée dans le tube.
4. Le tube est rempli de béton.
5. Le tube est retiré par oscillation mais la pointe de forage reste en place.

Fig. 2 Description de la mise en œuvre d'un système de pieu vissé à refoulement de type Fundex®

Les modes constructifs des couvertures métalliques (cuivre, zinc, inox, ...) et les types de supports se sont diversifiés (cf. [CSTC-Digest n° 11](#)) et l'ancienne norme de calcul au vent a fait place, depuis décembre 2010, à l'Eurocode 1 (NBN EN 1991-1-4) et à son annexe nationale : la question du dimensionnement du système de fixation reste certainement d'actualité.

Fixation des couvertures métalliques à joints debout sur des supports en bois

✍ D. Langendries, ir, chef adjoint, laboratoire Caractéristiques énergétiques, CSTC

PRINCIPE DE LA TOITURE À JOINTS DEBOUT

Le principe de la couverture à joints debout consiste à assembler des **bandes ou feuilles profilées** au moyen d'une agrafure. Ces bandes sont elles-mêmes fixées au support à l'aide de pattes fixes et/ou coulissantes.

Les bandes doivent être assemblées de manière à ce qu'elles puissent se mouvoir librement, car, sous l'effet des variations de température, le métal est soumis à des phases successives de dilatation et de retrait :

- la dilatation transversale est autorisée via l'interstice de 3 à 5 mm de largeur créé en pied de joint
- les mouvements longitudinaux sont repris grâce au juste positionnement des pattes fixes et coulissantes.

Un minimum de **cinq pattes fixes** doit être prévu par bande (au faîte ou, selon les pentes, dans la moitié supérieure de la toiture et à maximum 10 m de l'égout pour le zinc, 15 m pour l'inox (cf. figure)). Le reste est fixé à l'aide de pattes coulissantes. Les pattes fixes permettent aux feuilles de ne pas glisser, tandis que les pattes coulissantes permettent au métal de se dilater.

NOMBRE DE PATTES DE FIXATION

Contrairement aux toitures couvertes d'élé-

ments lourds et de petites dimensions tels que des tuiles ou des ardoises,

- le poids propre des bandes métalliques est limité et ne contribue donc pas à stabiliser la toiture par rapport à l'action du vent
- la perméabilité à l'air de la couverture est très faible (l'assemblage des bandes est quasiment étanche à l'air).

L'**impact du vent** sur une couverture métallique est donc plus important.

Il est variable en fonction des zones de la toiture, de son inclinaison et du nombre de versants. En effet, le vent crée des turbulences engendrant des surpressions et des dépressions sur la toiture. Celles-ci sont plus importantes au droit des angles, des rives et des obstacles (cheminées, lucarnes, ...) qu'en partie centrale du versant. En outre, les efforts de dépression sont plus défavorables pour les toitures à faible pente et à simple versant.

Tenant compte de ces paramètres d'influence, la figure ci-dessous propose une répartition des pattes fixes valable pour les simples et doubles versants. Selon les zones de toiture, l'entraxe à prévoir est de 16,5 cm, 20 cm ou 33 cm.

Le compartimentage proposé (zone de vent/distance entre les pattes) est issu d'essais en laboratoire et de calculs selon l'Eurocode. Il est valable pour des bandes métalliques de 53 cm de large et des bâtiments dont la hauteur de faîte est inférieure ou égale à 30 m, dans des catégories de terrain de rugosité I à IV. La solution proposée est identique pour toutes les

configurations, peu importe l'inclinaison de la toiture, sa composition (couverture chaude ou aérée en sous-face) ou les dimensions globales du bâtiment.

On notera les particularités suivantes par rapport aux pratiques couramment observées :

- souvent limitées à l'heure actuelle à une largeur de 60 cm, les rives d'égout et de faîtage devront être élargies
- pour les toitures à un pan, l'espacement des pattes en rive sera réduit à 16,5 cm.

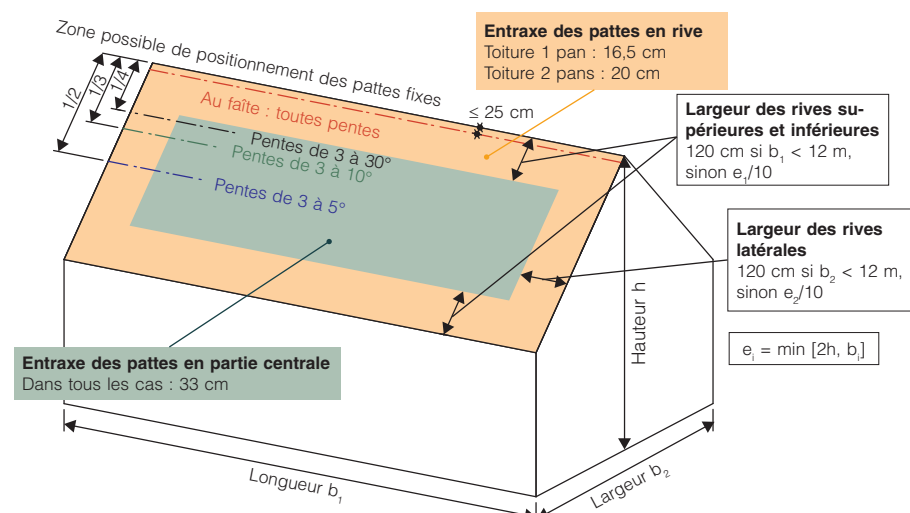
Ces règles sont d'application pour une fixation à l'aide de pattes usuelles en inox, sur voliges ou sur panneaux, et dans les conditions décrites dans le tableau ci-dessous. Pour d'autres types de pattes ou de supports, on se référera aux directives des fabricants.

Clous annelés 3,0 / 25 mm	Voliges 24 mm
	OSB 18 mm
	Contreplaqué 15 mm
Vis 4,0 / 25 mm	Voliges 18 ou 24 mm
	OSB 15 mm
	Contreplaqué 15 mm

UNE MISE EN ŒUVRE SOIGNÉE

Outre le choix du nombre et du positionnement des pattes de fixation, la clé du succès d'une couverture métallique esthétique et durable dans le temps tient au soin apporté lors de sa mise en œuvre :

- les platines et les têtes de fixation ne peuvent désaffleurer par rapport au plan du support : les pattes choisies doivent, de préférence, présenter un dispositif antifrottement (bords arrondis, bourrelets rigides évitant la déformation de la patte, ...)
- dans le cas de pattes à visser, des fraisures doivent être prévues pour loger les têtes de vis : le diamètre de ces dernières doit correspondre aux dimensions des fraisures
- des pattes à clouer ne peuvent être utilisées pour être vissées, et inversement
- les clous et vis doivent être plantés au droit des orifices prévus à cet effet et non à côté, pour éviter d'abîmer la patte et de réduire ainsi sa résistance. ■



Depuis quelques années, nous assistons à une très nette croissance de la pose de panneaux solaires sur les toitures de nos constructions, et cette progression devrait se poursuivre dans le futur. Cependant, de nombreux sinistres enregistrés en Belgique durant les jours de grand vent de l'hiver dernier tendent à prouver le sous-dimensionnement manifeste de certaines structures supportant ces panneaux.

Panneaux solaires sur toitures plates : sollicitations dues au vent

E. Dupont, ing., chef adjoint du service Spécifications, CSTC

M. Wagheur, ing., ancien directeur de la direction Information et soutien aux entreprises, CSTC

L'article publié dans [Les Dossiers du CSTC 2010/4.7](#) distingue trois techniques de pose sur les toitures plates :

- les cellules photovoltaïques intégrées en usine à la membrane d'étanchéité ou collées sur cette dernière
- les panneaux solidaires d'une structure posée sur l'étanchéité et lestée pour résister aux sollicitations du vent
- les panneaux fixés sur une structure solidarisée avec le plancher de toiture ou le support de ce dernier via des ancrages mécaniques traversant l'étanchéité.

Le présent article traite plus particulièrement des structures lestées, la majorité des problèmes survenant en présence de ce type de structure.

Les paramètres à prendre en compte sont :

- le site dans lequel le bâtiment est établi
- la hauteur de la toiture
- la pente du toit et l'inclinaison des panneaux photovoltaïques
- la zone de toiture dans laquelle les panneaux sont situés (angles, rives, parties courantes)
- le poids propre de l'installation ainsi que le poids et la position de son lestage
- la distance entre les rangées de panneaux
- la présence ou non d'une fermeture à l'arrière des panneaux photovoltaïques.

Les efforts exercés par le vent ne peuvent pas être évalués directement sur la base de la norme NBN EN 1991-1-4 et du [Rapport CSTC n° 11](#), qui n'envisagent pas ce type d'installation. Nous avons dès lors déduit, au départ de résultats d'essais en soufflerie, des analogies avec les documents précités.



Fig. 1 Glissement de l'installation photovoltaïque

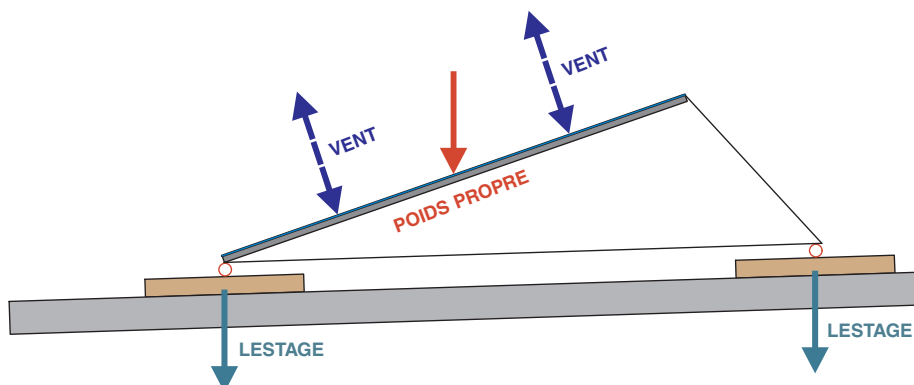


Fig. 2 Représentation des diverses sollicitations exercées sur la structure et sur la toiture plate

Les installations de panneaux solaires sont sensibles aux sollicitations dues au vent, car celles-ci peuvent engendrer, outre la déformation de la structure, son renversement, son soulèvement ou encore son glissement. Ces différents états d'équilibre (cf. figure 2) devront nécessairement être examinés, l'instabilité de la structure pouvant entraîner des dégâts à l'installation et une dégradation de l'étanchéité. Dans ce contexte, il convient de toujours appliquer une couche protectrice entre la structure et l'étanchéité.

La figure 2 montre les différentes sollicitations à prendre en considération et confirme que les calculs doivent non seulement tenir compte de la géométrie de la structure, mais également de la localisation et de la répartition du lestage par rapport aux appuis de cette dernière. De plus, s'il s'agit d'un ensemble de panneaux, il convient de veiller à ce que la structure qui les supporte soit pourvue des contreventements nécessaires et des joints de dilatation.

A titre d'exemple, prenons le cas d'un panneau de 1,5 m² posé suivant un angle de 15° par rapport à l'horizontale et fixé sur une structure lestée surmontant une toiture plate à 6 m de hauteur établie dans un site dégagé (catégorie de rugosité II). L'effort exercé par le vent sur le panneau dépourvu de fermeture à l'arrière varie entre -1498 et -749 Pa (dépression) selon sa position dans le champ de panneaux, et ce en admettant néanmoins qu'il ne soit pas situé dans une zone de bord de la toiture.

Le lestage de panneaux montés sans fermeture à l'arrière devra, selon le cas, être compris entre :

- 210 et 95 kg/m² pour résister au renversement
- 133 et 57 kg/m² pour éviter le soulèvement
- 201 et 92 kg/m² pour empêcher le glissement sur la toiture en supposant un coefficient de glissement de 0,5.

La charge de lestage nécessaire n'est donc pas négligeable. Il est par conséquent utopique de vouloir réaliser ce dernier à l'aide de dalles de trottoir, comme on peut le voir sur certaines toitures.

Compte tenu des variations sensibles du niveau de sollicitation selon la localisation des panneaux sur la toiture, il est souhaitable d'effectuer un calcul au cas par cas, en attendant une méthode de calcul validée ou des valeurs tabulées. Dans le cas de séries parallèles de panneaux fixés à une structure, cette sollicitation varie selon leur localisation au sein de cette structure. En l'absence d'une détermination par calcul, il est toutefois risqué de tabler sur cette solidarisation pour assurer la stabilité des parties fortement sollicitées (voisines des rives et des angles du toit) par celles qui le sont moins (zone centrale du toit).

Lors de l'installation de panneaux solaires sur une toiture plate, il convient d'effectuer au préalable un calcul des éventuelles sollicitations dues au vent. La connaissance de ces sollicitations, dont l'ampleur est loin d'être négligeable, permet ensuite de choisir le type d'installation et son mode de fixation. ■

Actuellement, l'influence des nœuds constructifs est à prendre en compte lors de la détermination des niveaux K et E d'un bâtiment. Dans cet article, nous illustrons, à l'aide d'exemples pratiques, l'impact de la méthode des nœuds constructifs dits 'PEB conformes' sur le resserrage entre les fenêtres et le gros œuvre.

Pose des fenêtres conformément à la PEB

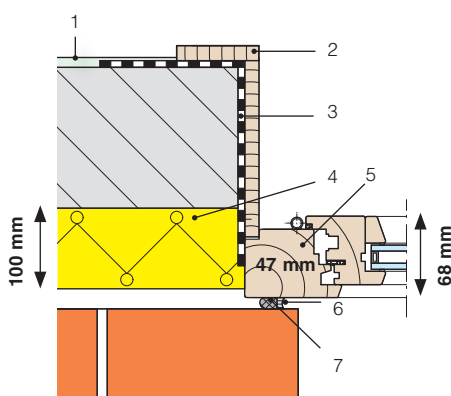
✍ E. Kinnaert, ir., chef de projet, laboratoire Eléments de toitures et de façades, CSTC

Les différentes méthodes permettant de déterminer l'impact des 'nœuds constructifs' ainsi que les règles de base pour les nœuds constructifs conformes à la PEB ont été présentées dans l'article paru dans [Les Dossiers du CSTC 2010/3.16](#). La méthode des nœuds constructifs conformes à la PEB atteste que les détails ont été conçus de sorte à assurer une continuité satisfaisante de l'isolation thermique. Leur impact sur le niveau d'isolation thermique global du bâtiment est pris en compte de manière forfaitaire au moyen d'un léger supplément de trois points K.

LA COUCHE D'ISOLATION DE LA FAÇADE SE RACCORDE DIRECTEMENT AU CADRE DORMANT

La **règle de base n° 1** pour les fenêtres est d'application lorsque la couche d'isolation de la façade est directement raccordée au cadre dormant. Cette règle impose une longueur de contact minimale entre ces derniers au moins égale à :

$$d_{\text{contact}} \geq \frac{1}{2} * \min(d_1, d_2)$$



- | | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| 1. Mortier d'enduit | 4. Isolation thermique (LM) |
| 2. Retour de baie en bois | 5. Fenêtre en bois |
| 3. Membrane d'étanchéité à l'air | 6. Mastic de façade |
| | 7. Fond de joint |

Fig. 1 Raccord de fenêtre. La couche d'isolation de la façade se raccorde directement au cadre dormant.

où :

- d_{contact} : longueur de contact minimale entre la couche d'isolation de la façade et le cadre dormant
- d_1 : épaisseur du cadre dormant du profilé de fenêtre mesurée perpendiculairement à la surface du verre
- d_2 : épaisseur de la couche d'isolation de la paroi attenante.

Les termes généraux de la règle de base n° 1 ne s'appliquent pas aux profilés de fenêtre à coupure thermique. Toutefois, la couche d'isolation doit être en contact direct avec la coupure thermique, et ce sur toute la longueur de cette dernière.

Nous illustrons ce principe à l'aide d'un exemple de resserrage entre une fenêtre en bois et le gros œuvre (cf. figure 1). L'épaisseur de la couche d'isolation en laine minérale (LM) de la façade est de 100 mm. Cette isolation de façade se raccorde directement au châssis en bois de 68 mm d'épaisseur.

Pour satisfaire à la règle de base n° 1, la longueur de contact minimale d_{contact} entre la couche d'isolation de la façade et le châssis doit au moins être égale à la plus petite moitié de l'épaisseur du châssis d_1 ou de la couche d'isolation de la façade d_2 . Les valeurs $d_1/2$ et $d_2/2$ sont respectivement de 34 mm et de 50 mm. La longueur de contact minimale d_{contact} entre la couche d'isolation de la façade et le châssis doit au moins être égale à 34 mm. Dans cet exemple, d_{contact} étant de 47 mm, le resserrage de la fenêtre est conforme à la PEB.

LA COUCHE D'ISOLATION DE LA FAÇADE NE SE RACCORDE PAS DIRECTEMENT AU CADRE DORMANT

La **règle de base n° 2** est d'application pour des resserrages de fenêtre où le cadre dormant ne se raccorde pas directement à la couche d'isolation de la façade (ou de la paroi attenante), mais où des éléments isolants supplémentaires sont interposés.

Ces éléments isolants reprennent localement la fonction d'isolation thermique de la couche d'isolation interrompue, ce qui permet de maintenir la coupure thermique (fenêtre posée avec un encadrement en multiplex, p. ex.).

La règle de base n° 2 pour les fenêtres énonce que tous les éléments isolants interposés doivent répondre simultanément à trois exigences :

- la **conductivité thermique** λ de chaque élément isolant interposé doit être inférieure ou égale à 0,2 W/mK
- la **résistance thermique** R de chaque élément isolant interposé doit être supérieure à la moitié de la résistance thermique R_i de la couche d'isolation interrompue de la façade ou de la paroi attenante. La limite supérieure de R est fixée à 1,5 m²K/W. En d'autres termes, il n'est pas tenu compte de la valeur U_f du profilé de fenêtre, mais seulement de la résistance thermique de la couche d'isolation de la paroi opaque. La résistance thermique R [m²K/W] d'un élément isolant interposé est définie comme suit :

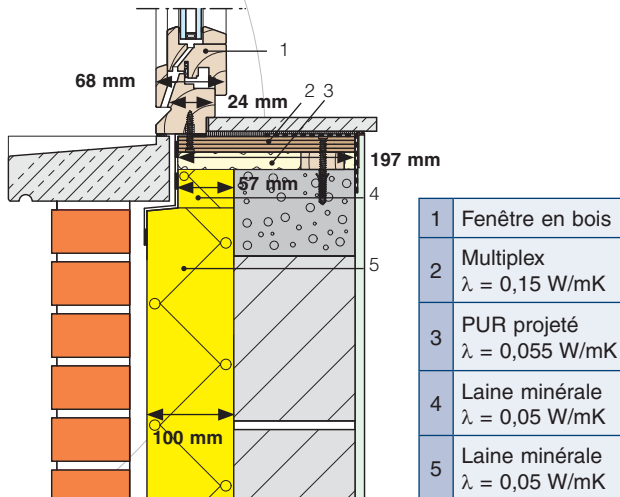
$$R = \frac{d_{\text{isol}}}{\lambda_{\text{isol}}}$$

où d_{isol} est l'épaisseur [m] et λ_{isol} [W/mK], la conductivité thermique de l'élément isolant interposé. Lorsque les éléments isolants interposés sont rectangulaires (cas le plus fréquent), il convient de mesurer l'épaisseur d_{isol} perpendiculairement à la ligne de coupure thermique

- $d_{\text{contact},i} \geq \frac{1}{2} * \min(d_{\text{isol}}, d_x)$. Cette **exigence de longueur de contact** doit être interprétée de la façon suivante : lorsque l'élément isolant interposé d'épaisseur d_{isol} se raccorde à une couche d'isolation interrompue d'épaisseur d_x d'une paroi, la moitié de la plus faible de ces deux épaisseurs constitue la limite inférieure pour la longueur de contact entre eux. Par contre, lorsque l'élément isolant interposé d'épaisseur d_{isol} se raccorde à un autre élément isolant interposé d'épaisseur d_x , la moitié de la plus faible de ces deux épaisseurs constitue



Fig. 2 Resserrage d'une fenêtre où la couche d'isolation de la façade n'est pas directement raccordée au châssis fixe



également la limite inférieure pour cette longueur de contact entre eux.

Nous illustrons la règle de base n° 2 également au moyen d'un exemple de resserrage de fenêtre au droit du seuil de fenêtre avec un encadrement de multiplex (cf. figure 2). Trois éléments isolants différents ont été interposés entre les couches d'isolation interrompues en laine minérale et le châssis en bois :

- une isolation en laine minérale de 57 mm d'épaisseur
- une isolation en PUR sur une largeur de 197 mm
- une plaque de multiplex de 197 mm de largeur.

La **première exigence de la règle de base n° 2** impose une conductivité thermique λ inférieure ou égale à $0,2 \text{ W/mK}$ pour chacun de ces éléments isolants interposés. On peut déduire du tableau de la figure 2 que la conductivité thermique de chacun des éléments isolants interposés est inférieure à $0,2 \text{ W/mK}$.

La **deuxième exigence de la règle de base n° 2** impose une résistance thermique R de chaque élément isolant interposé supérieure à la moitié de la résistance thermique R_1 de la couche d'isolation interrompue de la façade ou de la paroi attenante. La limite supérieure de R est fixée à $1,5 \text{ m}^2\text{K/W}$. La moitié de la résistance thermique R_1 de la couche d'isolation interrompue est de :

$$\frac{R_1}{2} = \frac{\left(\frac{d_{\text{isol}}}{\lambda_{\text{isol}}}\right)}{2} = \frac{\left(\frac{0,1 \text{ m}}{0,05 \text{ W/mK}}\right)}{2} = 1 \text{ m}^2\text{K/W}$$

La résistance thermique R de chaque élément isolant interposé est de :

$$R_{\text{laine minérale}} = \frac{d_{\text{isol}}}{\lambda_{\text{isol}}} = \frac{0,057 \text{ m}}{0,05 \text{ W/mK}} = 1,14 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{\text{PUR projeté}} = \frac{d_{\text{isol}}}{\lambda_{\text{isol}}} = \frac{0,197 \text{ m}}{0,055 \text{ W/mK}} = 3,58 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{\text{multiplex}} = \frac{d_{\text{isol}}}{\lambda_{\text{isol}}} = \frac{0,197 \text{ m}}{0,15 \text{ W/mK}} = 1,31 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Les résistances thermiques des éléments isolants interposés sont toutes supérieures à la moitié de la résistance thermique R_1 de la couche d'isolation interrompue, ce qui satisfait à l'exigence 2 de la règle de base n° 2.

La **troisième exigence de la règle de base n° 2** concerne la longueur de contact : lorsque l'élément isolant interposé (épaisseur d_{isol}) se raccorde à une couche d'isolation interrompue d'épaisseur d_x , la moitié de la plus faible de ces deux épaisseurs constitue la limite inférieure pour la longueur de contact. Par contre, lorsque l'élément isolant interposé d'épaisseur d_{isol} se raccorde à un autre élément isolant interposé d'épaisseur d_x , la moitié de la plus faible de ces deux épaisseurs constitue alors la limite inférieure pour la longueur de contact.

Si on applique cette dernière exigence au resserrage de fenêtre de la figure 2 :

- la longueur de contact entre la couche d'isolation interrompue en laine minérale et l'élément isolant interposé en laine minérale vaut :

$$d_{\text{isol}} = 100 \text{ mm} \text{ donc } \frac{d_{\text{isol}}}{2} = 50 \text{ mm}$$

$$d_x = 57 \text{ mm} \text{ donc } \frac{d_x}{2} = 28,5 \text{ mm}$$

$$d_{\text{contact},i} = 57 \text{ mm} \geq \min \frac{1}{2} (d_{\text{isol}}, d_x) = 28,5 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$$

- la longueur de contact entre l'élément isolant interposé en laine minérale et l'élément isolant interposé en PUR projeté vaut :

$$d_{x,\text{laine minérale}} = 57 \text{ mm} \text{ donc } \frac{d_x}{2} = 28,5 \text{ mm}$$

$$d_{x,\text{PUR projeté}} = 197 \text{ mm} \text{ donc } \frac{d_x}{2} = 98,5 \text{ mm}$$

$$d_{\text{contact},i} = 57 \text{ mm} \geq \min \frac{1}{2} (d_{x,\text{laine minérale}}, d_{x,\text{PUR projeté}}) = 28,5 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$$

- la longueur de contact entre l'élément isolant interposé en PUR projeté et l'élément isolant interposé en multiplex vaut :

$$d_{x,\text{PUR projeté}} = 197 \text{ mm} \text{ donc } \frac{d_x}{2} = 98,5 \text{ mm}$$

$$d_{x,\text{multiplex}} = 197 \text{ mm} \text{ donc } \frac{d_x}{2} = 98,5 \text{ mm}$$

$$d_{\text{contact},i} = 197 \text{ mm} \geq \min \frac{1}{2} (d_{x,\text{PUR projeté}}, d_{x,\text{multiplex}}) = 98,5 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$$

- la longueur de contact entre l'élément isolant interposé en multiplex et le châssis en bois vaut :

$$d_{\text{isol},\text{cadre fenêtre}} = 68 \text{ mm} \text{ donc } \frac{d_{\text{isol}}}{2} = 34 \text{ mm}$$

$$d_x = 197 \text{ mm} \text{ donc } \frac{d_x}{2} = 98,5 \text{ mm}$$

$$d_{\text{contact},i} = 24 \text{ mm} \leq \min \frac{1}{2} (d_{\text{isol}}, d_x) = 34 \text{ mm} \rightarrow \text{Pas OK}$$

En d'autres termes, le resserrage de fenêtre au droit du seuil de la fenêtre de la figure 2 ne satisfait pas à la troisième exigence (longueur de contact) de la règle de base n° 2, et ce au droit de la longueur de contact entre le cadre et l'encadrement de multiplex. Ce resserrage de fenêtre n'est par conséquent pas un nœud constructif conforme à la PEB.

Pour faire en sorte qu'il le devienne, la longueur de contact entre l'encadrement de multiplex et le cadre doit être augmentée pour atteindre 34 mm afin de satisfaire à l'exigence de la règle de base n° 2 :

$$d_{\text{isol},\text{cadre fenêtre}} = 68 \text{ mm} \text{ donc } \frac{d_{\text{isol}}}{2} = 34 \text{ mm}$$

$$d_x = 207 \text{ mm} \text{ donc } \frac{d_x}{2} = 103,5 \text{ mm}$$

$$d_{\text{contact},i} = 34 \text{ mm} \geq \min \frac{1}{2} (d_{\text{isol}}, d_x) = 34 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$$

La plupart des cas de bris de vitrage constatés par la division Avis techniques sont d'origine thermique. Dans la majorité des cas, ceux-ci auraient pu être évités moyennant une évaluation du risque de casse thermique dès la conception du projet, la mise en place d'un vitrage adapté et/ou le respect de quelques règles simples d'utilisation. Il convient également d'éviter les dégradations des bords des vitrages, qui constituent des affaiblissements importants.

Vitrage et casse thermique

✎ V. Detremmerie, ir., chef du laboratoire
Éléments de toitures et de façades, CSTC

Les bris par choc thermique résultent de contraintes générées par un gradient de température entre deux zones contiguës d'une même feuille de verre. Ce gradient peut, par exemple, s'établir entre les parties visibles et les parties en feuillure d'un vitrage, ou entre une partie de vitrage exposée aux rayons du soleil et une zone ombragée.

Sous l'effet de l'ensoleillement, un vitrage s'échauffe d'autant plus que son absorption énergétique est élevée. Si une partie du vitrage reste froide, elle empêche la partie chaude de se dilater librement, générant ainsi des contraintes de compression et de traction respectivement dans les parties chaude et froide du vitrage. Le verre étant moins résistant en traction qu'en compression, les contraintes de traction générées sont susceptibles de dépasser la contrainte de rupture du verre et de provoquer le bris du vitrage. C'est ce que l'on appelle une casse thermique.

Celle-ci apparaît au bord du vitrage et se caractérise par un plan de rupture perpendiculaire au bord et aux deux faces du vitrage. La fracture peut être monofilaire ou multifilaire (cf. figure 1).

FACTEURS DE RISQUE

Le risque de casse thermique peut être lié aux facteurs suivants :

- aux **conditions climatiques** : la différence de température au sein d'un vitrage dépend directement de l'intensité du rayonnement solaire qui l'atteint (en fonction de l'orientation du vitrage, du moment de la journée, de la saison, de la qualité du ciel, ...) et de la différence maximale de température entre le jour et la nuit. Les vitrages orientés entre -60 et +45 ° par rapport au nord présentent peu de risque de casse thermique, puisqu'ils ne sont pas exposés au soleil
- aux **caractéristiques du vitrage** : plus le facteur d'absorption énergétique du verre est élevé, plus le vitrage s'échauffe sous l'effet de l'ensoleillement. Les verres absorbants, les verres à couches ou encore les verres sur lesquels un film réfléchissant est apposé

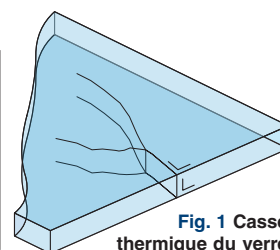
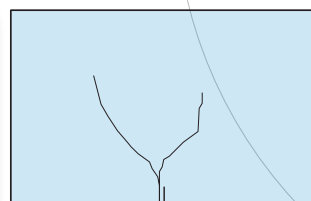
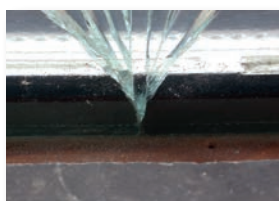


Fig. 1 Casse thermique du verre

s'échauffent plus que les verres classiques et sont donc davantage sujets à la casse thermique. Le risque de casse thermique est également plus élevé pour un vitrage isolant (double ou triple) que pour un simple vitrage du fait du faible transfert de chaleur au sein de la lame d'air. Des bords de verre abîmés ou écaillés (lors de la fabrication, du transport ou de la pose des volumes) constituent des points faibles à partir desquels une casse thermique peut apparaître pour des niveaux de contraintes bien inférieurs à ceux d'un verre sans défaut. De même, un verre gravé, sablé ou simplement griffé sera plus sensible à la casse thermique

- au **type** (feuillure, collage, ...) et à la **qualité de pose** du vitrage (calage)
- à l'**inertie thermique** du châssis : plus elle est élevée, moins la température du châssis s'adaptera rapidement aux conditions extérieures. Le gradient de température entre la partie visible du vitrage et la partie en contact avec le châssis (et par conséquent le risque de casse thermique) sera plus important. La couleur du châssis peut également influencer quelque peu le phénomène
- à l'**environnement extérieur** du bâtiment (bâtiment voisin, arbre, ...) ou au bâtiment lui-même (terrasse surplombante, auvent, avancée, store extérieur, vitrage posé en retrait du plan de la façade, ...), qui peuvent soumettre le vitrage à un ombrage partiel et prolongé
- à l'**environnement intérieur**, qui peut accroître de manière importante les écarts de température entre les parties chaudes et froides d'un vitrage en raison, par exemple, de la présence de stores ou de tentures, d'un objet sombre derrière le vitrage (meuble, montant d'un châssis coulissant, ...), d'autocollants ou d'affiches apposées sur le vitrage, d'un plafond situé devant le vitrage ou d'autres dispositifs d'ombrage internes (cf. figure 2), mais également de la proximité d'une source de chaleur (radiateur, convecteur, ...) ou d'un système de ventilation propageant de l'air chaud ou froid, ...

EN PRÉVENTION

Généralement, le **rodage des bords** d'un verre recuit permet de réduire le risque de casse thermique. Cependant, lorsque le gradient de température au sein d'un vitrage peut atteindre des valeurs supérieures à 30 °C, on utilisera du **verre durci ou trempé**, qui résiste respectivement à des gradients de température de l'ordre de 100 et 200 °C. Cette valeur est cependant fort variable et dépend entre autres de la qualité du façonnage des bords du verre.

En ce qui concerne les facteurs liés à l'**environnement intérieur**, toute autre cause mise à part, le recours à ces deux derniers types de verre pourra toutefois être généralement évité par la prise en compte de mesures simples, telles que prévoir un espace minimal (de l'ordre de 40 mm) entre le vitrage et une tenture ou un store, éviter les systèmes rayonnant (radiateurs, convecteurs, ...) ou pulsant directement sur le verre (mais plutôt parallèlement au vitrage ou de préférence vers l'intérieur de la pièce) et s'assurer que ceux-ci soient au moins distants de 20 cm du verre, ...

Lors du **stockage** (en caisses ou en vrac), on veillera en outre à ce que les vitrages ne soient pas exposés au soleil ou à une autre source de chaleur. ■



Fig. 2 Exemple de casse thermique sous l'influence de l'environnement interne

Des tolérances géométriques d'exécution spécifiques aux enduits sur isolation extérieure (ETICS) ont été établies en concertation avec le secteur. Elles reposent notamment sur une analyse de réalisations ayant fait l'objet ou non de réclamations.

Y. Grégoire, ir-arch., chef de la division Matériaux, CSTC

Tolérances des ETICS

En cas de réclamation, on contrôle l'enduit fini au droit de la façade où la gêne s'exprime. Si une imperfection est constatée, les éventuelles mesures à prendre seront proportionnelles au désagrément et différeront selon que l'imperfection est esthétique ou fonctionnelle. Les écarts maximum admissibles de l'enduit sont repris dans le tableau ci-dessous en fonction du type d'enduit, de l'isolation posée et du support.

Pour permettre la pose d'une isolation continue

et tenir compte des écarts maximum admissibles pour les travaux d'enduisage, il est impératif de respecter des tolérances rigoureuses sur le support (celles-ci sont définies dans les documents de référence portant sur les maçonneries et les structures en béton 'neuves'). Soulignons que c'est au donneur d'ordre qu'il revient de réceptionner le support.

Lorsque les écarts sur le gros œuvre respectent les critères normatifs, les écarts admissibles de

l'enduit dépendent principalement des tolérances dimensionnelles des panneaux isolants, de leur pose et de la possibilité de les poncer. La pose de ces derniers constitue dès lors une étape de mise en œuvre cruciale. Dans le cas d'écarts plus importants sur le gros œuvre (certaines rénovations, p. ex.), les éventuelles mesures correctives destinées à rendre le support dimensionnellement acceptable n'entrent pas dans le cadre normal des travaux et feront l'objet d'une offre séparée. ■

Tolérances d'exécution des ETICS : écarts maximum admissibles (cf. CSTC-Contact 2010/1 pour le matériel adéquat et les méthodologies qui s'appliquent aussi bien à l'enduit qu'aux panneaux d'isolation posés et au support)

Objet		Support 'neuf'		ETICS		
		Maçonnerie ⁽¹⁾	Structure en béton ⁽²⁾	Tolérance d'exécution ⁽³⁾ souhaitée de l'enduit	Isolation posée	Enduit de finition
						Types 1 et 2 ⁽⁴⁾ Type 3 ⁽⁴⁾
la planéité globale sous la règle de 2 m		± 8 mm ⁽⁸⁾	± 8 mm ⁽⁸⁾	Normale	± 5 mm	± 5 mm ± 8 mm
				Spéciale	± 3 mm	± 3 mm ± 5 mm
la planéité locale/irrégularité sous la règle de 0,2 m		—	± 5 mm ⁽⁹⁾	Normale	± 3 mm	± 3 mm
				Spéciale	± 2 mm	± 2 mm
la verticalité/l'aplomb	~ 1 étage (2,5 à 3 m)	± 8 mm	± 8 mm ⁽⁵⁾	Normale et spéciale	± 8 mm ⁽⁷⁾	
	hauteur du bâtiment	± 50 mm	± 16 à 50 mm ⁽⁶⁾		± 50 mm	
l'horizontalité (soit 'd' la distance entre deux points d'une ligne)		—	—	Normale/spéciale	d < 3 m : ± 8 mm/± 6 mm 3 m < d < 6 m : ± 12 mm/± 8 mm 6 m < d < 15 m : ± 16 mm/± 12 mm	
la rectitude des lignes/arêtes (pour une longueur de 2 m)		— ⁽¹¹⁾	± 8 mm	Normale	± 5 mm	± 5 mm ± 8 mm
				Spéciale	± 3 mm	± 3 mm ± 5 mm
le faux d'équerre (raccord de fenêtre, ...)		—	—	Normale	± 5 mm/0,25 m	
				Spéciale	± 3 mm/0,25 m	
le désaffleurement de la face externe		— ⁽¹¹⁾	± 5 mm ⁽⁹⁾	Normale et spéciale	± 1/5 e ⁽¹⁰⁾	— —
une dimension linéaire 'd' en cm		± ¼ (d) ^{1/3} (≤ 4 cm)	—	Normale et spéciale	± ¼ (d) ^{1/3} (≤ 4 cm)	

⁽¹⁾ Cf. NBN EN 1996-2 ANB et le projet de STS 22 'Exécution des maçonneries' (à paraître).

⁽²⁾ Cf. NBN EN 13670 et son projet de supplément national prNBN B 15-400. Ecart issu de la classe de tolérance 2 (sévère) (à spécifier dans le cahier spécial des charges).

⁽³⁾ La classe de tolérance à respecter fait l'objet d'une convention entre parties. En l'absence de données à ce sujet dans les documents contractuels, on considère que la finition normale est d'application. La finition spéciale n'est en principe retenue que moyennant une mention explicite dans les documents contractuels. Le cas échéant, elle est en vigueur lors d'un éventuel contrôle en fin de travaux uniquement si il a été mis à disposition de l'entrepreneur en charge des travaux ETICS un rapport actant le respect des écarts admissibles sur le support ainsi que l'adéquation des dispositions constructives avec la technique des ETICS.

⁽⁴⁾ Types 1 et 2 : respectivement enduit de faible épaisseur à structure fine et enduit lisse, finement taloché, éventuellement destiné à être peint. Type 3 : enduit minéral 'épais' (enduit minéral gratté, enduit décoratif grossier).

⁽⁵⁾ Par application de la formule adéquate de ⁽²⁾ avec une hauteur libre de l'étage 'h' de 3000 mm.

⁽⁶⁾ Par application de la formule adéquate de ⁽²⁾, fonction des hauteurs et du nombre d'étages.

⁽⁷⁾ Soit 'h' la hauteur du mur exprimée en cm (soit 300 cm), l'écart maximal admissible est ± 1/8 x h^{1/3} (soit 8 mm).

⁽⁸⁾ Un écart constaté jusqu'à 10 mm/2 m permet la pose au mortier-colle ou à la mousse-colle PU. Un écart constaté jusqu'à 15-20 mm/2 m (cf. fiches techniques) permet la pose au moyen de mortier-colle par plots ou bandes (+ bande périphérique).

⁽⁹⁾ Un écart constaté jusqu'à 5 mm (planéité sur 0,2 m ou désaffleurement) permet la pose au mortier-colle ou à la mousse-colle PU. Un écart constaté jusqu'à 10 mm (cf. fiches techniques) permet la pose au moyen de mortier-colle par plots ou bandes (+ bande périphérique).

⁽¹⁰⁾ Les désaffleurements entre panneaux doivent être évités pour limiter le risque de fissuration. Poncer l'isolant si nécessaire et si permis (cf. fiches techniques). En aucun cas le désaffleurement ne peut être supérieur à l'écart mentionné ('e' correspond à l'épaisseur de l'enduit de base).

⁽¹¹⁾ En l'absence de critère normatif, un écart admissible identique aux structures en béton est conseillé.

Outre l'aspect esthétique, la question de l'acceptabilité des écarts dimensionnels des carreaux est, elle aussi, de plus en plus souvent abordée. Cet article livre un aperçu des tolérances dimensionnelles applicables aux revêtements durs et expose la manière de procéder à un contrôle sur chantier.

Contrôle des tolérances dimensionnelles sur chantier

J. Van den Bossche, ing., conseiller principal, division Avis techniques, CSTC

En cas de litige concernant la pose de carreaux (céramiques ou en pierre naturelle), le maître d'ouvrage doit généralement indiquer *in situ* les 'zones problématiques' sur lesquelles un contrôle est effectué afin de déterminer si les tolérances ont été dépassées ou non. Ce contrôle doit tenir compte, d'une part, des tolérances de pose et, d'autre part, des écarts dimensionnels réels du carreau (lesquels doivent être inférieurs aux écarts maximum mentionnés dans les normes).

La première étape consiste à vérifier *in situ* si les écarts mesurés sont plus élevés que la tolérance de pose. Si ce n'est pas le cas, on considère alors que la pose est conforme. Par contre, lorsque la tolérance de pose est dépassée en certains endroits, on contrôlera les écarts dimensionnels réels des carreaux et on vérifiera si les écarts mesurés sont supérieurs à la somme de la tolérance de pose et des écarts dimensionnels réels du carreau.

DÉS AFFLEUREMENT

Ce principe peut être illustré de manière simplifiée à l'aide d'un exemple de contrôle du désaffleurement entre des carreaux en pierre naturelle adjacents (50 x 50 cm) qui ont été posés au mortier sur une chape.

Pour cette méthode de pose, nous partons du principe que les éventuels écarts d'épaisseur entre les carreaux peuvent être récupérés par la couche de mortier et qu'ils n'auront aucun impact sur le niveau des carreaux. Selon la [Note](#)



Fig. 1 Mesure du désaffleurement réel entre deux carreaux adjacents

d'information technique n° 213, le désaffleurement entre deux carreaux en pierre naturelle adjacents de dimension 50 x 50 cm ne peut pas être supérieur à 1 mm (tolérance de pose). Il faut toutefois encore tenir compte de l'écart réel de planéité du carreau même, qui doit être ajouté à la tolérance de pose de 1 mm. Dans le cas d'une pose collée, il convient, en outre, de tenir compte de l'écart d'épaisseur réel entre les carreaux car celui-ci ne peut pas être récupéré par une fine couche de colle.

Le désaffleurement entre deux carreaux adjacents est mesuré à l'aide d'une règle métallique et d'un pied à coulisse. On pose la règle sur le carreau le plus élevé et on mesure ensuite, avec le pied à coulisse, la distance entre le dessus de la règle et la face supérieure du carreau le plus bas (juste à côté du joint, cf. figure 1). Cette valeur, tronquée de la hauteur de la règle, correspond au désaffleurement réel entre les carreaux adjacents.

Si la valeur du désaffleurement réel est inférieure à la tolérance de pose de 1 mm, cet écart est acceptable. En revanche, si la valeur mesurée est supérieure à 1 mm, on déterminera, au même endroit, l'écart de planéité réel des deux carreaux en question.

ÉCART DE PLANÉITÉ RÉEL

Afin de vérifier l'écart de planéité réel des carreaux considérés, on pose une règle, pourvue aux extrémités de blocs d'épaisseur identique, juste au bord du carreau, le long du côté où un désaffleurement est soupçonné (cf. figure 2). On mesure ensuite avec le pied à coulisse la distance entre la règle et les extrémités du carreau (L1 et L2) ainsi qu'entre la règle et le milieu du carreau (L3).

La différence entre la valeur mesurée au milieu (L3) et la moyenne des valeurs mesurées aux extrémités ((L1 + L2)/2) donne une indication quant à l'écart de planéité réel du carreau (cf. figure 2).

Cette valeur peut également être confrontée aux tolérances de planéité figurant dans les normes NBN EN 12057 ou NBN EN 12058 (ces normes concernant les carreaux en pierre naturelle sont

Plus d'infos

Il est possible d'évaluer le résultat global de la mise en œuvre des travaux de carrelage (et pas uniquement les zones problématiques désignées par le maître d'ouvrage) en procédant à une approche statistique (cf. [Les Dossiers du CSTC 2010/1.4](#)).

actuellement en révision – si des changements importants devaient leur être apportés, nous en informerions le secteur le plus vite possible).

Si la somme de la tolérance de pose (1 mm) et de l'écart de planéité mesuré du carreau (la différence des écarts de planéité mesurés de deux carreaux adjacents lorsque les deux carreaux sont concaves ou convexes, la somme des écarts de planéité si l'un des carreaux est concave et l'autre est convexe) est inférieure au désaffleurement mesuré à cet endroit, ce dernier dépasse alors la tolérance. ■

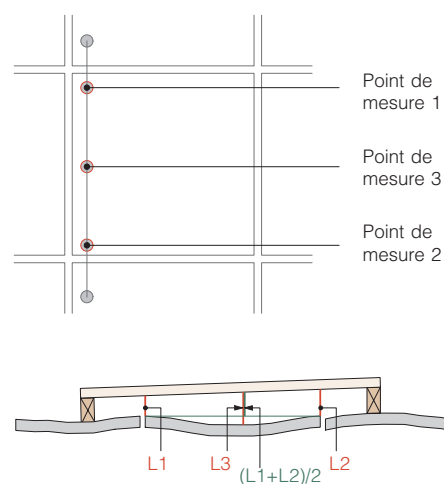


Fig. 2 Mesurage de l'écart de planéité réel du carreau

www.cstc.be

INFOFICHE 65

La version intégrale de cet article fait l'objet d'une Infofiche, prochainement disponible sur notre site Internet.

Il est de plus en plus difficile pour les carreleurs de concilier les tolérances dimensionnelles des produits, souvent larges, avec les exigences strictes des maîtres d'ouvrage. Cet article décrit la problématique des tolérances dimensionnelles dans le cas des carreaux céramiques.

Les tolérances dimensionnelles face aux exigences des maîtres d'ouvrage

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

Bien que la Belgique ne couvre qu'une petite partie du marché des carreaux céramiques, une enquête menée auprès des producteurs a révélé que la plupart des plaintes proviennent de notre pays. Outre l'aspect esthétique, un point de plus en plus souvent mis sur la table est celui de l'acceptabilité des écarts dimensionnels (défauts de planéité, désaffleurements entre carreaux adjacents, irrégularité des joints, p. ex.). Le support, la pose et les caractéristiques géométriques des carreaux sont autant de facteurs importants permettant d'expliquer ces écarts. L'impact des tolérances du support a déjà été abordé dans l'[Infocarte 19](#). Les dimensions des carreaux, qui, pour suivre la tendance actuelle, sont toujours plus grandes, et leurs tolérances dimensionnelles du revêtement fini déterminent grandement les écarts dimensionnels. L'article publié à la page 12 de ce numéro indique comment effectuer un contrôle sur chantier.

QUE DIT LA NORME ?

Lors de la production de carreaux céramiques, de légers écarts dans les dimensions des carreaux sont inévitables essentiellement du fait du processus de cuisson. Ceux-ci ont dès lors été repris comme tolérances ou comme écarts acceptables dans la norme 'produit' NBN EN 14411, qui comporte également des informations relatives à d'autres caractéristiques des carreaux, telles que la porosité et la résistance à la rupture, à l'usure ou au tachage.

Formats des carreaux

Selon la NIT 237, les formats des carreaux sont classés comme suit (L : longueur, l : largeur) :

- petit et moyen format : $L < 30$ cm et $l < 30$ cm
- grand format : $30 \text{ cm} \leq L < 60$ cm ou $30 \text{ cm} \leq l < 60$ cm
- très grand format : $60 \text{ cm} \leq L < 100$ cm ou $60 \text{ cm} \leq l < 100$ cm.

La norme de 2006 spécifie, au moyen d'un pourcentage, les tolérances dimensionnelles sur la longueur, la largeur, l'épaisseur, la planéité, ... Les tolérances de planéité sont d'application pour les côtés, la diagonale et le cintrage du carreau. Comme souligné dans la [Note d'information technique n° 237](#), ces tolérances sont incompatibles avec les exigences sur le revêtement fini. C'est pourquoi la NIT recommande des tolérances plus strictes.

NOUVELLE NORME 'PRODUIT', NOUVELLES TOLÉRANCES DIMENSIONNELLES

Faisant suite aux réactions des entrepreneurs, la norme de 2006 a été revue afin d'adapter les tolérances dimensionnelles. Les modifications ont été approuvées en juin dernier et la publication de la version révisée est attendue pour la fin de l'année.

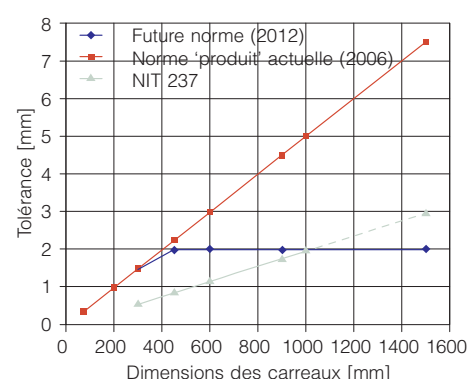
Pour les carreaux de petit ou de moyen format, les changements seront minimes. Par contre, pour les grands et très grands carreaux (cf. encadré), la limitation de la tolérance à une valeur de 2 mm constitue une évolution positive importante.

Par exemple, pour un carreau céramique B1a de dimensions 600 x 600 mm, la tolérance de planéité sera de 0,5 % avec un maximum de 2,0 mm. Les 3,0 mm obtenus par calcul sont donc ramenés à 2,0 mm. Les tolérances sur la longueur et l'épaisseur sont réduites, elles aussi, dans la nouvelle version de la norme : 0,6 % pour la longueur, avec un maximum de 2,0 mm, et 5 % pour l'épaisseur, avec un maximum de 0,5 mm.

Le graphique ci-dessus indique les tolérances de la norme 'produit' actuelle et future et de la NIT 237. Ces courbes montrent la nécessité d'imposer une limite aux tolérances dimensionnelles dans la future norme (surtout pour les carreaux de grand à très grand format).

CONCLUSION

Les tolérances dimensionnelles des carreaux qui figurent dans les normes européennes sont souvent relativement larges. Voilà pourquoi les carreaux répondent en général facilement



Tolérances de planéité des carreaux céramiques

à ces exigences. Au sein de ces tolérances, les caractéristiques dimensionnelles des carreaux peuvent néanmoins encore fortement varier. La future norme 'produit' sur les carreaux céramiques réduit ces tolérances, mettant ainsi fin à ces variations trop importantes. Pour les maîtres d'ouvrage belges, le renforcement de ces tolérances se révélera toutefois encore insuffisant pour réaliser un revêtement répondant à leurs exigences.

Afin de répondre aux attentes du maître d'ouvrage belge moyen, il est conseillé d'utiliser des carreaux satisfaisant à des exigences dimensionnelles plus strictes que celles reprises dans les normes 'produit' (avec une tolérance de planéité de 0,2 %, p. ex. cf. NIT 237), surtout s'il s'agit de carreaux de grand à très grand format. Il se peut également que certains fabricants indiquent eux-mêmes des tolérances plus strictes dans la fiche technique du produit. ■

Remarque

Il est très peu probable que deux carreaux adjacents affichent des tolérances extrêmes et donc un désaffleurement réel de 4,0 mm (par ailleurs, la plupart des carreaux sont produits en tenant compte d'écarts dimensionnels moindres que ceux prescrits dans la norme). En comparaison avec la tolérance relative à la pose (1 mm), cet écart est quatre fois plus important. Dans le cas d'un appareillage à joints alternés, il se peut qu'il soit encore davantage accentué.

Il est de plus en plus souvent demandé de peindre en blanc les toitures plates. Les toitures réfléchissantes permettraient notamment d'accroître le rendement des installations photovoltaïques. Quelles sont ces peintures et quels gains peuvent être attendus au niveau des installations PV ?

Revêtements réfléchissants et installations photovoltaïques

✍ E. Cailleux, dr., chef de projet, laboratoire Bois et coatings, conseiller technologique (*), CSTC
B. Michaux, ir., chef adjoint de la division Enveloppe du bâtiment et menuiserie, CSTC
X. Loncour, ir., chef de la division Energie et bâtiment, CSTC

(*) Guidance technologique 'REVORGAN – Revêtements organiques' subsidiée par la Région wallonne.

Les demandes concernant les toitures réfléchissantes ont considérablement augmenté au cours des dernières années. Le nombre de produits disponibles s'est également fortement accru et les principales catégories de revêtements de toiture disposent aujourd'hui d'alternatives dites réfléchissantes. Parallèlement aux membranes de couleur claire, des peintures réfléchissantes ont également été développées.

Les toitures réfléchissantes ont pour principal objectif d'augmenter la réflexion du rayonnement solaire. La température de surface de la toiture est alors réduite ainsi que les transferts de chaleur vers l'intérieur du bâtiment. Cet effet est favorable pour limiter le risque de surchauffe en été, voire pour économiser de l'énergie si un système de refroidissement actif est installé dans le bâtiment. Les revêtements réfléchissants permettraient aussi d'augmenter le rendement des installations photovoltaïques éventuellement présentes.

Il existe actuellement des peintures réfléchissantes pour la plupart des toitures : surfaces minérales ou métalliques, membranes bitumineuses ou synthétiques, ... Outre leur impact présumé sur l'échauffement des bâtiments, elles sont souvent utilisées afin de protéger des UV certains revêtements de toitures (SBS, ...). Les peintures sont également employées pour réduire les sollicitations thermiques des membranes et accroître leur durée de vie. On distingue généralement :

- **les peintures élastomères** : généralement à base d'acrylique, de silicone ou de polyuréthane, leur capacité de déformation est généralement élevée afin de s'adapter aux variations dimensionnelles du support. Elles ne doivent donc pas être confondues avec des peintures extérieures pour façade, lesquelles n'ont pas été conçues pour être appliquées en toiture
- **les peintures à liant bitumineux**.

Les principales dégradations des peintures réfléchissantes se manifestent par des fissurations, des décollements, des variations de teinte ou encore par des faïençages. Ces altérations

apparaissent essentiellement en cas d'application *in situ* sur des membranes synthétiques ou bitumineuses. Sur ces supports, les décollements sont généralement localisés au niveau de zones de stagnation d'eau qui sont en partie inévitables (recouvrements des lés, tolérances de planéité du support, présence d'obstacles, ...). Ils peuvent aussi être liés à des défauts d'adhérence ou à une couche de fond inadaptée.

IMPACT SUR LE COMPORTEMENT THERMIQUE DE LA TOITURE

L'effet de ces revêtements sur la limitation de la surchauffe est réel, mais est d'autant plus limité que l'isolation thermique de la toiture est importante.

Leur impact au niveau énergétique est étroitement lié au climat, au niveau d'isolation thermique de la toiture ainsi qu'au recours ou non au conditionnement d'air. Dans des bâtiments équipés de refroidissement actif, ils exerceront, en été, un effet favorable sur la réduction de la consommation de refroidissement. Durant la saison de chauffe, la diminution des apports solaires via la toiture exercera, à l'inverse, un impact défavorable, généralement très limité, sur la consommation de chauffage. L'effet réel de ces membranes variera de ce fait d'un bâtiment à l'autre. Rappelons toutefois que la première des mesures à prendre pour économiser de l'énergie reste de prévoir une bonne isolation thermique de la toiture.

IMPACT SUR LE RENDEMENT DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

Les toitures réfléchissantes permettent, dans certaines conditions, d'accroître le rendement des modules PV. Ce phénomène résulterait principalement des mécanismes dont l'influence dépend de la configuration de l'installation, à savoir :

- un échauffement limité des modules, leur assurant une meilleure efficacité de fonctionnement. Cette dernière diminue d'environ

0,35 à 0,5 % pour chaque degré au-dessus de 25 °C

- une augmentation de la quantité de rayonnement reçu.

Pour des panneaux placés en surimposition, des mesures réalisées au CSTC (cf. figure) ont montré qu'une membrane blanche n'induisait pas de diminution de la température des panneaux. Les toitures réfléchissantes permettent toutefois, en fonction de l'inclinaison des modules PV, de renvoyer un supplément de rayonnement sur les cellules, augmentant ainsi leur production. En été, ce rayonnement supplémentaire serait d'environ 1,5 % pour une inclinaison de 20° et d'environ 10 % pour une inclinaison de 45°. Les modules photovoltaïques cylindriques peuvent recevoir la lumière de toutes les directions. Pour ces systèmes, les toitures réfléchissantes permettent d'augmenter la production indépendamment de l'inclinaison.

Pour des panneaux de silice amorphe collés sur la membrane, l'application de ce type de revêtement n'influence pas la quantité de rayonnement reçu par le système PV.

VIEILLISSEMENT

Au cours du temps, les revêtements réfléchissants peuvent s'encrasser. L'accumulation de poussières, de salissures et les développements biologiques induisent généralement une diminution de la réflexion de 20 % les premières années. Dans certains cas, la réduction de réflexion peut être plus importante et survenir après quelques mois. Afin de maintenir les performances, des nettoyages réguliers sont à prévoir. Ils devraient intervenir au moins au début de chaque période estivale. ■



Influence d'une membrane blanche sur la température de panneaux PV en surimposition

Publié pour la première fois en 1992 et distribué à près de 10.000 exemplaires, le Rapport CSTC n° 1 traitant du dimensionnement des installations de chauffage central à eau chaude constitue une référence pour de nombreux professionnels et centres d'enseignement technique. Sa mise à jour, effectuée sous l'égide du Comité technique 'Chauffage et climatisation', paraîtra au printemps prochain et intégrera les évolutions technologiques et réglementaires de ces 20 dernières années.

Conception et dimensionnement des installations de chauffage central

Révision du Rapport CSTC n° 1

 C. Delmotte, ir., chef du laboratoire Qualité de l'air et ventilation, CSTC

Le champ d'application du Rapport couvre les installations de chauffage central fonctionnant à eau chaude et raccordées à un générateur de chaleur alimenté en combustible solide, liquide ou gazeux. Les installations décrites s'appliquent aussi bien au chauffage d'habitations qu'à celui de grands bâtiments (appartements, bureaux, écoles, ...). Le Rapport traite également des régimes d'eau à haute, basse et très basse température, de façon à pouvoir être appliqué tant aux anciennes qu'aux nouvelles installations ainsi qu'aux différents types de chaudières (chaudières standard, à basse température et à condensation).

Bien qu'il leur soit en partie applicable, le Rapport n'aborde pas directement le dimensionnement des pompes à chaleur. Les systèmes d'émission calorifique (à eau) qui leur sont associés peuvent toutefois être conçus et dimensionnés sur la base des méthodes décrites.

Parmi les nouveautés, un long chapitre débute le Rapport en abordant **la conception des installations et la réglementation PEB**. Cette dernière traite en effet de divers aspects importants pour les installateurs :

- des exigences spécifiques (principalement en Région de Bruxelles-Capitale, mais aussi en préparation dans les autres Régions) relatives aux installations de chauffage central (calorifugeage des conduites, régulation, modulation de puissance des brûleurs, ...)
- des dispositions relatives à la prévention de la pollution atmosphérique provoquée par les installations de chauffage central (agrément des techniciens, contrôle périodique, entretien, ...)
- la modification des déperditions calorifiques au travers des exigences relatives à l'isolation thermique et à la ventilation des bâtiments
- la prise en compte des caractéristiques des installations dans le calcul du niveau de performance énergétique.

Outre les déperditions calorifiques par transmission thermique et par ventilation, le chapitre

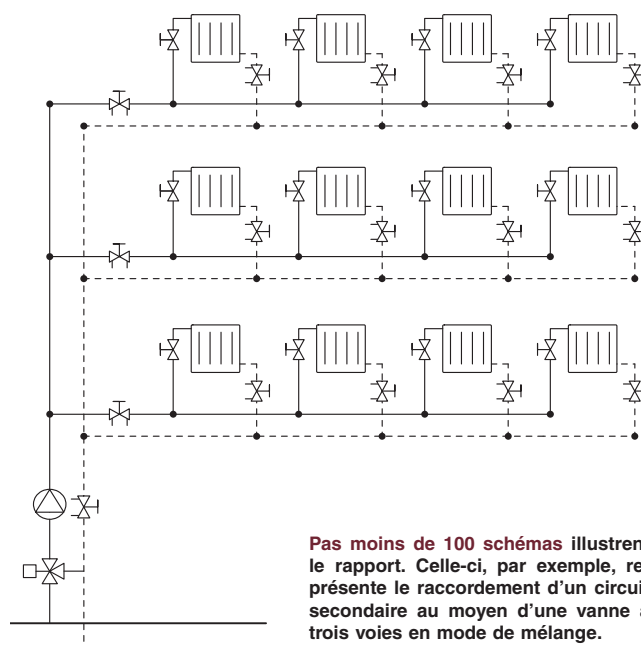
dédié à la détermination de la puissance de la chaudière s'est enrichi de considérations relatives à la surpuissance de relance (réchauffage du bâtiment après une période d'interruption du chauffage) et à la production d'eau chaude sanitaire.

Alors qu'à l'origine, le Rapport traitait principalement du chauffage par radiateurs, la version révisée s'intéresse également aux convecteurs, aux systèmes de chauffage par le sol, par les murs ou par le plafond ainsi qu'aux éléments de construction thermoactifs.

La conception et le dimensionnement des systèmes de distribution de chaleur en bitube, en monotube, par collecteur ou en boucle de Tichelmann sont toujours largement détaillés. C'est également le cas de la détermination des pertes de pression linéaires et singulières, pour lesquelles on retrouve, dans ce Rapport, le développement des formules et de nombreux tableaux préétablis pour différents types de tuyauteries.

Le chapitre relatif au dimensionnement des pompes a, lui aussi, été complété pour s'intéresser au rendement et à la consommation énergétique des pompes ainsi qu'à leur fonctionnement en série et en parallèle. Les pompes de circulation électroniques ont, elles aussi, été intégrées au Rapport qui consacre tout un chapitre à la régulation du débit d'eau.

La méthode de dimensionnement des vases d'expansion à pression variable a, quant à elle, été mise à jour conformément à la norme NBN EN 12828. Diverses considérations relatives à l'emplacement du vase d'expansion dans l'installation sont également présentées, tout comme la méthode de dimensionnement des



Pas moins de 100 schémas illustrent le rapport. Celle-ci, par exemple, représente le raccordement d'un circuit secondaire au moyen d'une vanne à trois voies en mode de mélange.

vases d'expansion à pression constante.

Une attention particulière a été accordée aux systèmes de régulation, pour lesquels les aspects de température d'eau, de température ambiante et de débit d'eau sont étudiés en profondeur. De nombreux schémas hydrauliques illustrent les systèmes de régulations et les raccordements hydrauliques recommandés, par exemple, dans le cas des chaudières à condensation. Les schémas de principe présentés concernent aussi bien les habitations individuelles que les bâtiments collectifs (appartements) et les immeubles de bureaux.

On notera enfin la présence dans le Rapport d'un nouveau chapitre, dédié au dimensionnement des bouteilles casse-pression. ■

www.cstc.be

RAPPORT CSTC n° 14

Le Rapport CSTC n° 14, qui remplacera le Rapport n° 1, paraîtra en principe au printemps 2013.

Le remplacement d'un appareil de chauffe (atmosphérique) défectueux ou désuet par une chaudière de la nouvelle génération permet d'obtenir un rendement considérablement plus élevé. Dans certains cas, ce remplacement peut toutefois nécessiter des mesures supplémentaires pour assurer un apport d'air comburant et évacuer les gaz de combustion.

Remplacement des appareils au gaz naturel raccordés à des conduits d'évacuation collectifs

I. De Pot, ing., conseiller principal, division Avis techniques, CSTC
K. De Cuyper, ir., coordinateur des Comités techniques, CSTC

Le remplacement des appareils de chauffe dans les habitations unifamiliales pose généralement peu de problèmes, à condition de compenser la formation de condensation dans la cheminée, par exemple, en y installant un tubage. Lors de la rénovation d'immeubles à appartements, un tel remplacement peut être beaucoup plus problématique. En effet, ces bâtiments possèdent en leur sein un conduit d'évacuation collectif des gaz de combustion auquel sont raccordées les différentes chaudières au gaz à chambre de combustion ouverte.

Les problèmes sont dus aux différences de fonctionnement entre les nouveaux et les anciens appareils de chauffe. La principale différence est la température très peu élevée des gaz de combustion des nouvelles chaudières.

Le remplacement d'une ancienne chaudière raccordée à un conduit d'évacuation collectif des gaz de combustion par une chaudière moderne à chambre de combustion ouverte peut avoir deux conséquences importantes :

- la **formation de condensation** dans le conduit d'évacuation des gaz de combustion, ce qui peut provoquer des dégâts au conduit et aux parois voisines
- la température très peu élevée des gaz de combustion, qui modifie fortement le **tirage** du conduit d'évacuation collectif, impliquant non seulement un risque de refoulement dans l'appartement concerné par la rénovation, mais également dans les autres appartements raccordés au même conduit d'évacuation collectif. De telles conditions peuvent engendrer une mauvaise combustion ainsi que la formation de CO susceptible de provoquer des intoxications par inhalation pouvant conduire à la mort dans des cas extrêmes (*).

Ainsi, il est interdit de remplacer purement et simplement un ancien appareil au gaz de type B par un appareil de nouvelle génération. Il est également exclu d'installer, dans un conduit collectif existant, un conduit d'évacuation d'un nouvel appareil (de type C₅, p. ex.), celui-ci étant susceptible de perturber l'évacuation des autres appareils.

Ce problème peut être résolu en installant un **appareil avec une évacuation murale** et, de préférence, **étanche** (de type C₁, p. ex.). Si cela n'est pas autorisé ou impossible pour l'une ou l'autre raison, on peut décider d'équiper **la cheminée collective d'un extracteur**, à condition que tous les appareils raccordés soient de type B_{11BS} (c.-à-d. possédant un dispositif de contrôle du tirage thermique). Cette solution requiert toutefois que le fonctionnement de tous les appareils raccordés à la cheminée soit subordonné à celui d'un extracteur, ce qui est possible en mettant en place dans leur soupape un diaphragme pourvu d'un interrupteur différentiel qui éteint l'appareil en cas de tirage insuffisant. L'extracteur et les différents diaphragmes doivent être calculés de manière à ce qu'il y ait une différence de pression de 20 à 30 Pa entre l'amont et l'aval des diaphragmes. Ce calcul s'opère d'après les débits de gaz de combustion évacués et les caractéristiques de la cheminée (dimensions, tracé, rugosité de la paroi).

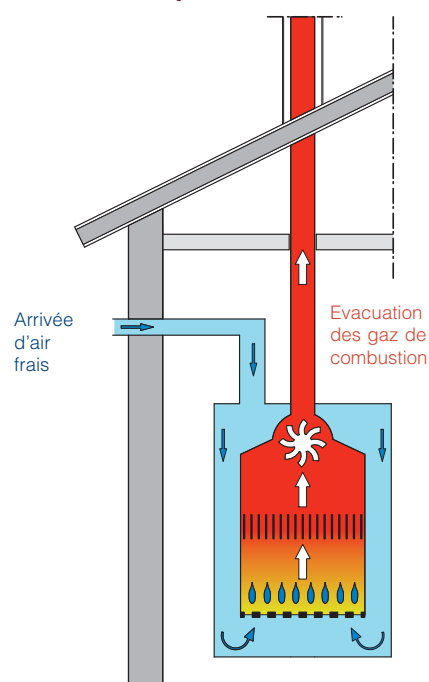
Si les deux solutions précédentes ne suffisent pas, il reste encore la **solution '3CE'** (conduit collectif pour chaudières étanches). Les conduits concentriques sont installés hors du bâtiment et tous les systèmes remplacés y sont systématiquement raccordés. Ce choix nécessite toutefois que toutes les personnes concernées soient disposées à investir dans ce système.

En cas de remplacement simultané de tous les appareils, bien d'autres solutions sont envisageables et permettent d'effectuer un choix parmi les nouveaux appareils disponibles sur le marché :

- appareils étanches (de type C₃, C₄, C₅, C₈ ou C₉)
- appareils à chambre de combustion ouverte (de type B₂ ou B₃)

Dans ce cas, la trémie de la cheminée collective peut être utilisée pour l'installation des tuyaux d'évacuation et/ou d'amenée d'air, qui devront évidemment être dimensionnés correctement, selon la situation. ■

Représentation schématique d'un appareil étanche de type C₅



(*) En 2010, 694 intoxications ont été recensées en Belgique, dont 58 % étaient dues à un appareil au gaz.

Bien que demandant plus de prudence que d'autres techniques d'isolation thermique des façades, l'isolation par l'intérieur constitue, dans certains cas, la seule option pour améliorer le niveau d'isolation des murs existants. Pour cette raison, et à la demande de la Région flamande, une brochure faisant le point sur les connaissances actuelles en la matière a récemment été rédigée. Cet article résume les bases d'une méthode de diagnostic.

Isolation des murs existants par l'intérieur : diagnostic

A. Tilmans, ir., et P. Steskens, dr. ir., chefs de projet, laboratoire Caractéristiques énergétiques, CSTC
S. Roels, prof. dr. ir., chef de division, et E. Vereecken, chercheur BAP, division Bouwfysica, KULeuven

Cet article a été rédigé avec le soutien de la Guidance technologique 'Eco-construction et développement durable en Région de Bruxelles-Capitale' subsidiée par InnovIRIS.

Ce diagnostic vise à déterminer, à partir d'observations du mur à isoler et de son environnement, si l'isolation par l'intérieur est applicable, demande des études plus poussées ou est déconseillée en l'état. Le tableau ci-dessous résume les différents contrôles à effectuer pour évaluer les risques d'apparition de problèmes liés à l'humidité et au gel lors de l'isolation thermique d'un mur existant.

Au-delà d'une réduction de la consommation d'énergie, la pose d'une isolation par l'intérieur aura également des conséquences sur le

comportement hygrothermique du mur isolé. Ainsi, un mur non réchauffé par l'intérieur sèchera moins facilement et s'humidifiera davantage, surtout s'il est exposé aux pluies battantes (orientation entre le sud et l'ouest). Par ailleurs, le mur étant bien plus soumis aux variations de température, il sera également davantage sollicité par le gel. Des dégâts pourraient dès lors se manifester après les travaux d'isolation. La technique est, dans tous les cas, déconseillée lorsque le climat intérieur du bâtiment est de la classe IV (piscine, p. ex.).

Bien que toutes les questions pratiques ne soient pas encore résolues, l'application de cette méthodologie de diagnostic permettra de mettre en évidence les points qui pourraient nécessiter une attention particulière lors de la sélection de la technique d'isolation et des matériaux ainsi que lors de la réalisation des travaux. ■

www.cstc.be

LES DOSSIERS DU CSTC 2012/4.16

Dans la version intégrale de cet article, prochainement disponible sur notre site Internet, le tableau indiquera également les points du diagnostic relatifs aux caractéristiques des matériaux ainsi que les installations techniques qui influencent le climat intérieur.

Etat	Technique applicable	Applicabilité inconnue (des contrôles ou études complémentaires peuvent confirmer l'applicabilité de la technique)	Technique déconseillée en l'état (des interventions visant à corriger les défauts constatés peuvent rendre la technique applicable)
Dégâts visibles	Pas de dégâts visibles (traces d'humidité dans les finitions intérieures, écaillage superficiel des briques à l'extérieur, ...) et pas de sources d'humidité (nécessité de procéder à des mesures du taux d'humidité au moyen d'un humidimètre électrique, p. ex.)	Pas de dégâts visibles, mais présence de sources d'humidité (humidité ascensionnelle, éclaboussures, ...) susceptibles d'en provoquer après la pose de l'isolation (procéder à des mesures du taux d'humidité au moyen d'un humidimètre électrique, p. ex.)	Présence de taches d'humidité, front d'humidité, sels efflorescents, algues, fissures, écaillage superficiel des briques à l'extérieur (sensibilité au gel)
Exposition à l'humidité et au gel (1)	Typologie de la façade et exposition à la pluie		
	- Maçonnerie pleine dont l'épaisseur est constituée d'au moins deux briques ou d'une brique et demie, ou moins, en cas d'exposition limitée à la pluie (2) - Mur massif en béton armé - Mur creux (isolé ou pas) - Mur intérieur	Maçonnerie pleine dont l'épaisseur est constituée d'une brique et demie en cas d'exposition à la pluie d'intensité moyenne à élevée (2)	Maçonnerie pleine dont l'épaisseur est constituée d'une seule brique en cas d'exposition à la pluie d'intensité moyenne à élevée (2)
	Installations techniques		
	- Pas de conduites d'eau ou d'autres conduites sensibles à l'humidité ou au gel dans la façade - L'absence d'installations techniques nécessitant le percement de l'isolant facilitera la mise en œuvre		Présence de conduites d'eau ou d'autres conduites sensibles à l'humidité ou au gel dans la façade
	Planchers intermédiaires		
	Plancher en béton ou structure en bois non encastrée dans la façade à isoler	Structure porteuse en bois sans dégradation encastrée dans la façade à isoler	Structure porteuse en bois avec dégradations encastrée dans la façade à isoler

(1) L'isolation par l'intérieur accentuera les sollicitations thermiques et donc les effets liés au gel. Des dégâts pourraient survenir après l'isolation des façades. Ceux-ci concerneront essentiellement les zones fortement humidifiées et les façades exposées aux pluies battantes. Seule l'application d'une protection extérieure étanche à l'eau permettra d'éviter ce risque.

(2) On considère que l'exposition à la pluie est limitée pour des façades orientées du nord-ouest au sud-est (en passant par le nord).

Ces dernières années, dans un contexte de construction durable en pleine évolution, le domaine de l'acoustique du bâtiment a connu un essor considérable. Les normes de confort acoustique et les exigences des occupants ayant fortement évolué, la demande d'essais liés à la recherche et au développement de matériaux ou de concepts acoustiques permettant d'assurer ces exigences est en pleine expansion. Pour faire face à cette évolution le CSTC s'est doté d'un nouveau laboratoire d'essais acoustiques.

Un nouveau laboratoire acoustique au CSTC

✍ M. Van Damme, ing., et D. Wuyts, ir., resp. chef et chef adjoint, laboratoire Acoustique, CSTC
B. Ingelaere, ir.-arch., chef adjoint du département Energie, acoustique et climat, CSTC



Fig. 1 Vue générale du nouveau hall d'essai

UNE DEMANDE CROISSANTE

Il est primordial de connaître les performances acoustiques des différents éléments mis en œuvre si l'on souhaite pouvoir prédire l'isolement et donc le confort acoustique réel que l'on obtiendra sur un bâtiment fini. Ces performances se mesurent uniquement en laboratoire, dans des cellules de tests normalisées et indépendantes les unes par rapport aux autres afin d'éviter toute propagation du bruit via les voies latérales et de permettre ainsi de mesurer uniquement ce qui est transmis via l'élément testé.

C'est au cours des années 70 que les premières cellules de tests acoustiques ont été construites sur le site du CSTC à Limelette. Celles-ci permettaient de caractériser les performances d'isolation acoustique et d'absorption acoustique des éléments de construction. Le laboratoire du CSTC possédait alors une chambre réverbérante ainsi que six interfaces de mesure (baies entre les cellules d'émission et de réception) dans lesquelles étaient montées les constructions testées. Ces interfaces de mesure, conformes aux normes européennes et progressivement accréditées BELAC, ont été utilisées en l'état pendant près de 40 ans.

Ces dernières années, le nombre de demandes d'essais de caractérisation acoustique de matériaux a fortement augmenté, jusqu'à saturer le planning d'occupation des différentes inter-

faces de tests à long terme. De plus, du fait d'une accessibilité difficile pour les engins de manutention, certains éléments lourds (écrans, façades, planchers, ...) ne pouvaient être testés au sein du laboratoire. Au-delà de ces problèmes logistiques, c'est finalement l'annonce de l'arrivée de nouvelles normes européennes de mesure nécessitant des cellules d'un plus grand volume qui a donné l'impulsion à la construction d'un nouveau hall d'essais acoustiques.

PLUS GRAND, PLUS FLEXIBLE ET PLUS EFFICACE

Les cellules existantes, peu pratiques et ne répondant plus aux futures normes, ont été démontées. Le hall dans lequel elles se trouvaient a été intégré dans le projet du nouveau laboratoire afin de servir de local de stockage et de préparation des échantillons.

Le nouveau hall d'essai a été construit dans le prolongement du hall existant, ce qui a permis d'installer un pont roulant à travers ceux-ci pour la manutention d'éléments lourds entre le hall de préparation et le hall d'essais. Le laboratoire a été conçu sur la base d'un ensemble de cellules adjacentes structurellement indépendantes, spécialement étudiées pour répondre aux critères des normes ISO 10140. Le nouveau laboratoire est ainsi constitué d'un ensemble de six cellules fixes, d'une cellule mobile et d'une chambre réverbérante. Il possède dès lors un total de treize interfaces de mesure : trois interfaces de mesures verticales pour de grands éléments (murs, cloisons, façades), une interface de mesure pour des éléments 'préfabriqués' pouvant être amenés par le haut des cellules, trois interfaces de mesures fixes pour petits éléments (châssis, vitrages, portes) et six interfaces de mesure horizontales (planchers, chapes, revêtements de sol). Grâce à ce système, plusieurs échantillons peuvent être montés simultanément dans les interfaces, ce qui a permis de réduire les délais d'attente

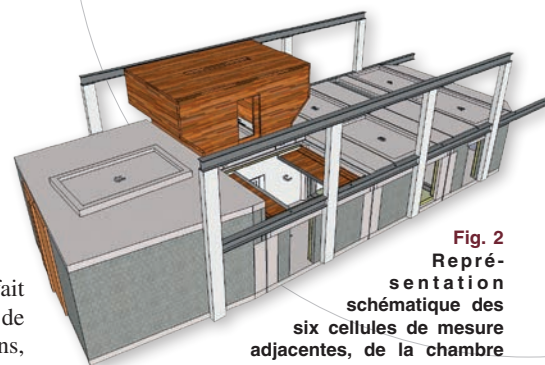


Fig. 2 Représentation schématique des six cellules de mesure adjacentes, de la chambre réverbérante et de la cellule mobile

pour les tests. En outre, un nouveau système numérique de mesure complet (haut-parleurs, microphones, analyseurs) a été développé spécifiquement pour le laboratoire.

De par sa conception (structure poutres/colonnes avec remplissage en blocs de béton lourd, utilisation systématique de doublages intérieurs, poutres de support désolidarisées de la structure du bâtiment, ...), le nouveau concept constructif permet également de mesurer de manière précise des valeurs d'isolement extrêmement élevées (cloisons pour cinémas, p. ex.).

Une nouvelle chambre réverbérante complète l'infrastructure du laboratoire. Destinée à la mesure du coefficient d'absorption acoustique des matériaux, elle est, tout comme les autres cellules du laboratoire, munie de portes d'accès de grandes dimensions permettant de manœuvrer les échantillons à l'aide d'engins de manutention au sein même des cellules.

Le nouveau laboratoire a fait l'objet de tests de validation complets et d'un audit de la part de l'organisme de certification BELAC. Il est opérationnel depuis février 2012. ■



Fig. 3 Nouveau système de mesure multicanaux et paroi en test

Vu le vieillissement croissant de la population et le coût que celui-ci entraîne pour la société, il convient de faire en sorte que les personnes âgées puissent rester autonomes le plus longtemps possible. Durant les dernières années de la vie, cette autonomie est bien souvent déterminée par leur capacité à franchir certaines différences de niveaux (telles que les seuils) ou à gravir un escalier seules. L'installation d'un ascensière, d'une plate-forme élévatrice ou d'un ascenseur pourrait alors être envisagée.

Transport vertical dans les habitations

✎ S. Danschutter, ir.-arch., chef de projet, laboratoire Développement durable, CSTC

Le système adéquat sera choisi sur la base de divers facteurs :

- l'**environnement** dans lequel l'engin sera placé
- des **facteurs liés aux utilisateurs**, qui déterminent si le type d'engin envisagé représente la solution la plus appropriée (à long terme)
- les **types d'engins** disponibles
- les conditions fixées par les **instances subsidiaires** (si on souhaite bénéficier d'une intervention financière).

Dans le cadre de la construction adaptable, il pourrait être utile de prévoir les dispositions architectoniques nécessaires à l'intégration ultérieure d'un engin élévateur. La version intégrale de cet article abordera ce point en détails.

Les engins élévateurs peuvent être classés selon qu'ils doivent satisfaire à la **directive sur les ascenseurs** (95/16/CE et ses mises à jour) ou à la **directive sur les machines** (2006/42/CE). L'un des critères permettant de les différencier est celui de la vitesse. Ainsi, les engins de levage dont la vitesse maximale n'excède pas 0,15 m/s ne sont pas des ascenseurs mais des machines. Parmi celles-ci, on peut distinguer, *grosso modo*, les plates-formes élévatrices verticales ou inclinées, d'une part, et ascenseurs d'escalier ou ascensières, d'autre part.

La norme européenne NBN EN 81-70 précise les règles de sécurité pour la mise en œuvre d'un ascenseur accessible. Les exigences concernent notamment les dimensions de la cabine et la largeur de la porte et vise à garantir l'accessibilité à l'ascenseur. Prenons, par exemple, un ascenseur de 110 cm de largeur et 140 cm de profondeur, équipé d'une porte de 90 cm de largeur. Selon la norme, ce type de cabine assure une bonne accessibilité tant aux fauteuils roulants manuels (NBN EN 12183) qu'aux fauteuils électriques de type A ou B (NBN EN 12184).

Afin de respecter ces dimensions minimales, il importe que la cage d'ascenseur, le sommet de celle-ci, la cuvette et la salle des machines soient correctement dimensionnés. La seule norme qui fournit ces dimensions est la norme ISO 4190-1 (cf. tableau).

Ce document est toutefois incomplet, car d'importantes informations de mesurage font défaut (dimensions du cadre de la porte, p. ex.). Si l'on compare le tableau ci-dessous aux informations obtenues auprès des fabricants, il semble également que ces dernières diffèrent bien souvent des valeurs mentionnées, notamment en raison de :

- variantes d'exécution propres au fabricant
- la mise en œuvre fréquente d'ascenseurs sans salle des machines
- la réduction des dimensions de d_3 (profondeur de la cuvette) et de h_1 (marge de hauteur) pour l'installation de nouveaux ascen-

seurs dans des bâtiments existants (selon l'AR du 6/12/2005).

Par ailleurs, qu'il s'agisse de la construction durable ou de l'adaptation de l'habitat, nous disposons rarement de l'espace suffisant pour un ascenseur. Même avec une cuvette et une marge de hauteur réduites, un ascenseur (directive sur les ascenseurs) occupera toujours plus de place qu'un plateau élévateur (plate-forme) vertical (directive sur les machines). On optera également souvent pour une cabine ou un plateau moins grand. La norme NBN EN 81-41 (2011) indique les dimensions suivantes pour les chaises roulantes :

- 90 x 140 cm pour les chaises de type A ou B avec accompagnateur
- 80 x 125 cm pour les chaises de type A sans accompagnateur.

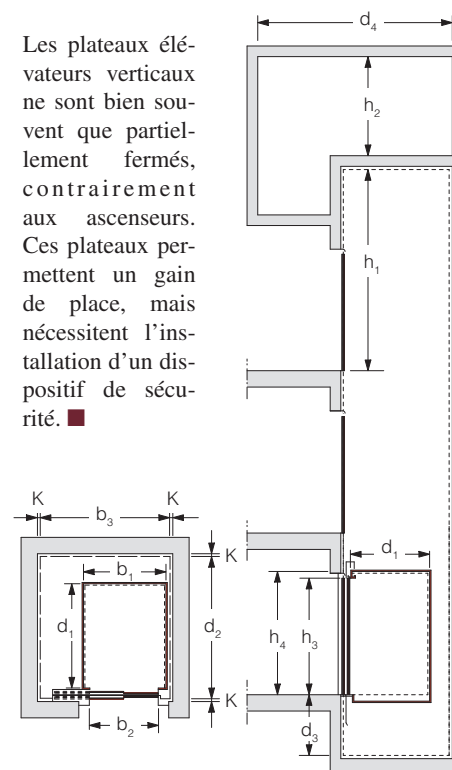
Les plateaux élévateurs verticaux ne sont bien souvent que partiellement fermés, contrairement aux ascenseurs. Ces plateaux permettent un gain de place, mais nécessitent l'installation d'un dispositif de sécurité. ■

Dimensions figurant dans la norme ISO 4190-1 pour un ascenseur électrique dont la cabine mesure 110 x 140 cm, dont la porte possède une largeur de passage de 90 cm et dont la vitesse est de 1 m/s (¹).

b_1 (²)	Largeur de la cabine	110 cm	b_3	Largeur de la cage	170 cm
b_2 (²)	Largeur de la porte	90 cm	b_4	Largeur de la salle des machines	190 cm
d_1 (²)	Profondeur de la cabine	140 cm	d_3	Profondeur de la cuvette	140 cm
d_2	Profondeur de la cage	190 cm	d_4	Profondeur de la salle des machines	370 cm
h_1	Marge de hauteur	370 cm	h_3 (²)	Hauteur de la porte	210 cm
h_2	Hauteur de la salle des machines	Déterminé au niveau national	h_4 (²)	Hauteur de la cabine	220 cm

(¹) Il s'agit de dimensions minimales et donc de limites inférieures admissibles. Pour les bâtiments de moins de 20 étages, un écart admissible supérieur K de 50 mm a été fixé.

(²) Dimensions de l'ascenseur même. Les autres dimensions figurant dans ce tableau se rapportent au gros œuvre.



Représentation schématique de l'ascenseur présenté dans le tableau ci-contre

www.cstc.be

LES DOSSIERS DU CSTC 2012/4.18

La version intégrale de cet article sera prochainement disponible sur notre site Internet.

Le CSTC considère que la gestion des documents d'un projet est essentielle pour la bonne organisation d'un chantier. Afin d'aider aux mieux les petites et moyennes entreprises, la division Gestion, qualité et techniques de l'information a développé plusieurs modèles de documents types.

C-DOC® facilite la gestion des documents



Division Gestion, qualité et techniques de l'information, CSTC

DOC

Ces **documents types** ont été établis par les ingénieurs de la division grâce à leur expérience de plusieurs années en matière de demande de prix, d'élaboration de fiches de projet, de listes des plans et de fiches techniques, de demande de réception provisoire, de confirmation de commande, de comparatif des offres, ...

L'outil C-DOC® a été conçu spécialement afin d'optimiser l'utilisation de ces documents et leur classement. Celui-ci permet non seulement d'introduire **automatiquement** les données de l'entreprise et des chantiers, mais également de **systématiser** un plan de classement préalablement établi.

Les documents types et les divers documents relatifs aux chantiers peuvent être consultés via le *cloud*. Le **cloud computing** permet de délocaliser les données et/ou les logiciels habituellement stockés sur un ordinateur, une tablette ou un smartphone. De cette manière, et grâce à Internet, l'entrepreneur peut accéder à ses données via des applications telles que Dropbox®, Skydrive®, Google Drive® ou hubiC®. ■

Bâtir l'Avenir s.p.r.l.
Entreprise générale de construction
Rue des Fleurs, 3
1932 Zaventem

DEMANDE DE PRIX

FOURNITURES DU JARDIN SA
A l'attention de Monsieur Paul Dujardin
Rue de la Gare 3
B-1000 BRUXELLES

Zaventem, le 24 octobre 2012

Monsieur,

Concerne : chantier COPPENS-DUBOIS, rue du Boulanger 5, B-1932 Sint-Stevens-Woluwe

Veuillez nous communiquer votre meilleure offre pour fourniture et/ou placement des équipements conformément au cahier spécial des charges, plans et bordereau, dont nous vous transmettons copie en annexe.

Votre offre doit nous parvenir pour le 01/01/2013 et rester valable pour la durée du chantier.

Pour toutes informations supplémentaires ou si vous ne souhaitez pas nous remettre d'offre, veuillez nous contacter, au numéro 084/11.22.38, ou par courriel, batirlavenir@gmail.be.

Dans cette attente, nous vous prions d'agréer, Monsieur, nos meilleures salutations.

Patrick Truelle
Deviseur

Annexes :
1. Cahier des charges : pages,
2. Plans : numéros : ...
3. Mètre : pages,

Téléphone : 081/11.22.33
Fax : 081/11.22.23
E-mail : batirlavenir@gmail.be

BIC : BBABCKYZ
IBAN : BE99 1234 1234 1234
Numéro d'entreprise : 0477 478 479

Exemple de document type

Données de l'entreprise
Remplissez les données de l'entreprise

Numéro TVA : BE0477478479
Nom : Bâtir l'Avenir s.p.r.l.
Adresse : Rue des Fleurs, 3
1932 Zaventem
Téléphone : 081/11 22 33
Fax : 081/11 22 33
Email : info@plunet.be
Website :

< Précédent Suivant > Annuler

Données projet
Remplissez les données de projet

Numéro : 001
Nom : COPPENS-DUBOIS
Adresse : rue du Boulanger 5
1932 Sint-Stevens-Woluwe

< Précédent Suivant > Annuler

Captures d'écran de C-Doc®

Guidance technologique 'Eco-construction' et veille technologique



Vous êtes entrepreneur, producteur de matériaux, bureau d'études, architecte, ... et vous travaillez dans le domaine de la construction durable ? Vous êtes alors certainement confronté au renforcement des exigences, à l'évolution rapide des technologies ainsi qu'à des méthodes et des produits de haute technologie. Pour vous aider à relever ces défis au quotidien, le CSTC met à votre disposition la Guidance technologique 'Eco-construction et développement durable'.

Chaque acteur de la construction de la Région de Bruxelles-Capitale peut recourir gratuitement à cette Guidance développée par le CSTC avec le soutien de la Région et subsidiée par l'Institut bruxellois pour la recherche et l'innovation (InnovIRIS). Par le biais d'**avis individuels professionnels**, d'actions d'information collectives et de publications, les conseillers du CSTC vous aideront à introduire des programmes et demandes de subsides de recherche.

Bien que tous les aspects de l'éco-construction soient abordés, l'accent sera mis, durant la biennale 2012-2014, sur les thèmes suivants : énergie et bâtiments, rénovation, confort acoustique, accessibilité, utilisation des matériaux durables et prospection d'innovations. Parmi les nouveaux sujets, on notera entre autres la construction durable en bois, les toitures vertes durables, la rénovation et l'agrandissement des bâtiments existants, l'amélioration des performances des menuiseries en bois et l'utilisation des toitures vertes pour une **gestion durable de l'eau**.

Le CSTC met également à votre disposition une **veille technologique** pour informer les entreprises de l'évolution de nouveaux matériaux, techniques et applications, y compris pour les concepts en cours de développement. Cette veille technologique ambitionne en outre de rechercher dans d'autres secteurs, les innovations pouvant favoriser l'efficacité et la durabilité des constructions. Loin de constituer un catalogue des produits éprouvés, la veille technologique entend soutenir l'innovation en guidant les entreprises dans leurs démarches d'innovation et en les aidant à déployer leurs activités, sans émettre de jugement de valeur sur les produits existants.

Surfez sur le site www.technologywatch.be ou sur www.cstc.be/golgt-batimentdurable et laissez-vous envahir par le souffle de la nouveauté : protections solaires autonettoyantes, panneaux de gypse purifiant l'air, générateurs d'électricité à batterie tampon, ... N'hésitez pas à vous inscrire à la newsletter afin d'être informé des développements les plus récents. Pour toute information complémentaire, vous pouvez également contacter Michael de Bouw, le coordinateur du projet, via info@bbri.be.

INNOVIRIS



PUBLICATIONS

Les publications du CSTC sont disponibles :

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

Pour tout renseignement, appelez le 02/529.81.00 (de 8h30 à 12h00) ou écrivez-nous par fax (02/529.81.10) ou par mail (publ@bbri.be).

FORMATIONS

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

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

Editeur responsable : Jan Venstermans
CSTC - Rue du Lombard 42, 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



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

Marktplaats 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)