CSTC CONTACT

2012/3

Une édition du Centre scientifique et technique de la construction

Trimestriel – N° 35 – 9e année – 3e trimestre 2012

→ 5 Toitures-parkings

→ 9 Rénovation des fenêtres

→ 11 Revêtements de sol textiles

→ 16 Matériaux superisolants

→ 19 Eclairage des lieux de travail intérieurs

Dépôt : Bruxelles X – Numéro d'agréation : P 401010

Sommaire

SOMMAIRE SEPTEMBRE 2012

1 Le doute n'est plus permis !

2 Essais et contrôles géotechniques sur les pieux

3 Prescrire un béton autoplaçant

4 Béton autoplaçant : recommandations pour la mise en œuvre

5 Toitures-parkings : quelques grands principes et points d'attention

6 Arrachement de gouttières pendantes à la suite de charges de neige

8 Menuiseries en bois sans finition : quelles conséquences ?

9 Rénovation des fenêtres existantes : remplacement ou autres solutions ?

10 Impact environnemental des ETICS

11 Revêtements de sol textiles : exigences actuelles et futures

12 Déformabilité des mortiers-colles et des mortiers de jointoiement

14 Mesurer les débits de ventilation mécanique

15 Consommation d'eau et débits de pointe dans les immeubles à appartements

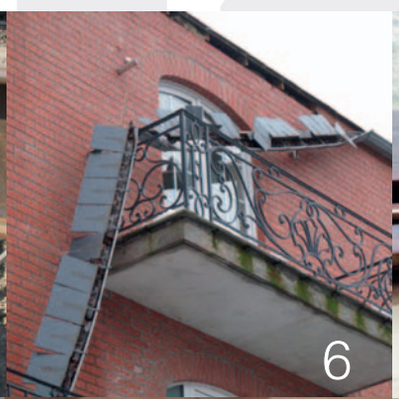
16 Les matériaux superisolants, un avenir prometteur ?

17 Confort acoustique aux bruits de choc des planchers et revêtements de sol en bois

19 Révision de la norme sur l'éclairage des lieux de travail intérieurs

20 La préparation de chantier : une nécessité

2012/3



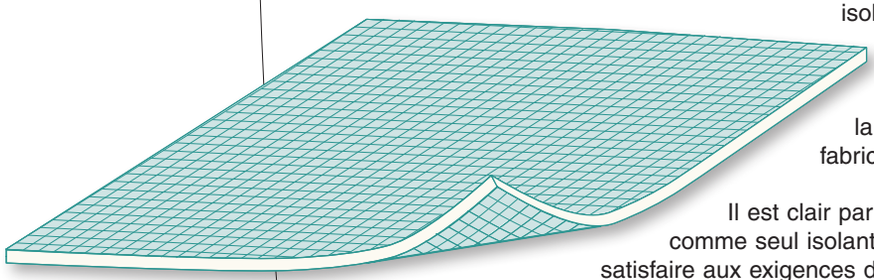
Le doute n'est plus permis !

Qu'est-ce qu'un PMR ?

Un produit mince réfléchissant (PMR), également dénommé isolant mince réfléchissant, thermoréflecteur ou multiréflecteur, est constitué, dans sa partie centrale, d'une mince couche de matériau (mousse plastique, film de polyéthylène emprisonnant des bulles d'air ou une matière fibreuse) recouverte sur une ou deux faces d'une feuille réfléchissante (feuille d'aluminium ou film aluminisé). Certains produits sont de type multicouche, les couches précitées étant alors séparées par des feuilles réfléchissantes intermédiaires. L'épaisseur totale est généralement comprise entre 5 et 30 mm.

Malgré les efforts continus déployés par le CSTC, ces dernières années, pour diffuser une information correcte sur les produits minces réfléchissants (PMR), les acteurs de la construction continuent à s'interroger quant à leurs performances thermiques réelles. Plusieurs fabricants prétendent encore que leurs produits présentent des performances thermiques comparables à 20 ou 25 cm d'isolant traditionnel. Rien n'est plus faux, et ceci est aujourd'hui attesté par la publication récente de la norme NBN EN 16012 (mars 2012), qui permet d'évaluer les performances thermiques des PMR selon des méthodes reconnues.

Cette norme élaborée au sein d'un groupe de travail européen réunissant aussi bien des centres de recherche indépendants que des fabricants – y compris des fabricants de PMR – a été approuvée par les bureaux de normalisation des différents pays européens. Les performances obtenues confirment les résultats de nombreuses études expérimentales menées jusqu'ici – notamment par le CSTC en 2006 (cf. CSTC-Rapport n° 9) –, à savoir : même posé de façon optimale, un PMR associé à deux lames d'air non ventilées de 2 cm d'épaisseur (soit une épaisseur totale d'environ 5 à 6 cm) peut tout au plus prétendre égaler une isolation traditionnelle (laine minérale, polystyrène expansé, …) d'épaisseur équivalente, soit 4 à 6 cm. Ce qui est sans aucune mesure avec la performance annoncée par certains fabricants.



Il est clair par conséquent que l'usage du PMR comme seul isolant thermique ne permet pas de satisfaire aux exigences des réglementations thermiques en vigueur dans les trois Régions du pays.

Par ailleurs, certains fabricants préconisent d'utiliser leurs PMR en complément d'un isolant traditionnel. Correctement posés, ils peuvent effectivement, dans ce cas, contribuer à améliorer la performance thermique totale de l'ouvrage. Le cas échéant, leur faible perméabilité intrinsèque à la vapeur d'eau les prédispose naturellement à être utilisés comme pare-vapeur et non comme sous-toiture. ■

Attention !

Les produits minces réfléchissants (PMR) ne doivent pas être confondus avec les panneaux d'isolation sous vide (VIP), caractérisés par des performances thermiques bien plus élevées. Un article spécifique leur est d'ailleurs consacré dans ce CSTC-Contact (cf. page 16).

L'essai de chargement statique des pieux est considéré comme le procédé de référence pour évaluer la capacité portante d'un pieu ou son tassement maximal sous une charge donnée. L'essai d'intégrité peut, quant à lui, détecter d'éventuels défauts dans les pieux (discontinuité du bétonnage, rétrécissement du fût, ségrégation du béton), mais ne fournit pas d'indication directe sur le pouvoir portant de l'élément. Le présent article décrit brièvement ces deux types d'essais couramment réalisés par le CSTC.

Essais et contrôles géotechniques sur les pieux

M. De Vos, ir., chef adjoint de la division Géotechnique, CSTC
V. Whenham,dr. ir., chef adjoint du laboratoire Géotechnique et monitoring, CSTC

Essais de mise en charge statique des pieux

L'essai de mise en charge statique d'un pieu de fondation se déroule sur une durée de quelques heures et consiste à appliquer sur ce dernier une charge croissante en traction ou en compression. Durant cet essai, le déplacement de la tête du pieu est notamment observée.

Cet essai peut tout d'abord servir de test de vérification. Dans ce cas, la charge exercée sur le pieu équivaut à 150 % de la charge de service et le pieu n'est pas instrumenté. Cet essai, généralement réalisé par l'entrepreneur, fournit des informations relatives aux déplacements attendus avec une charge de service.

L'essai de mise en charge statique des pieux peut également être utilisé pour le **dimensionnement** des fondations sur les chantiers de plus grande envergure. Les résultats de l'essai servent alors à la fois à dimensionner et à optimiser le projet. Dans certains cas, cet essai est en outre obligatoire (p. ex. en cas d'incertitude quant aux conséquences de la technique de mise en œuvre, au comportement du pieu dans un certain type de sol ou aux charges spécifiques). L'essai doit alors être effectué jusqu'à la rupture géotechnique. De plus, outre le déplacement de la tête du pieu, la déformation de ce dernier à diverses profondeurs (raccourcissement lors d'un essai de compression et allongement lors d'un essai de traction) est également mesurée.

Toutes les mesures sont enregistrées de manière automatique et continue. Celles-ci permettent non seulement de déterminer le déplacement de la tête et de la base du pieu, mais également d'évaluer la répartition de la charge dans le pieu et, enfin, de savoir dans quelle mesure les différentes strates du sol déterminent la capacité portante du pieu.

Les essais dynamiques, généralement plus rapides et moins coûteux, peuvent remplacer les essais statiques. Toutefois, selon l'Eurocode 7, ces essais doivent toujours être calibrés par des essais statiques.

Essais d'intégrité

Bien que les essais d'intégrité ne fournissent pas d'information directe quant au dimensionnement des fondations, ils permettent néanmoins de détecter d'éventuels **défauts** des pieux qui risqueraient d'affecter leur stabilité, notamment :

- une discontinuité dans le béton ou une mauvaise qualité de celui-ci
- un rétrécissement du fût
- une profondeur d'assise qui ne correspond pas à la profondeur attendue.

Le choix d'un essai d'intégrité se fait en fonction du type de fondation (pieu foré, barrette, paroi moulée dans le sol) et de la géologie du sol. Les méthodes les plus couramment utilisées sont les méthodes impulsionnelles (génération d'un choc mécanique) et les méthodes soniques (émission d'une onde ultrasonore).

D'une manière générale, les méthodes impulsionnelles sont plus rapides et moins coûteuses que les méthodes soniques, mais leur domaine d'application est plus restreint (cf. tableau). ■

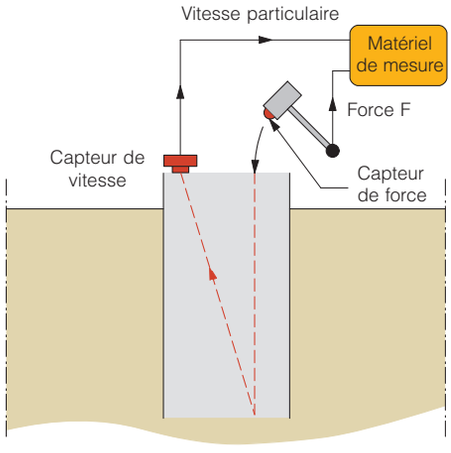


Schéma de principe de la méthode impulsionnelle et illustration de l'essai de chargement statique

Limites d'utilisation des méthodes impulsionnelles

Longueur du pieu	L < 25 m
Diamètre du pieu	D ≤ 800 mm
Elancement du pieu	10 < L/D < 30
Type de sol	Un frottement trop important le long du fût peut conduire à un amortissement important de l'onde au contact sol-pieu
Type de fondations	Essentiellement applicable aux pieux
Caractéristiques du défaut à détecter	Une modification de section et de qualité du béton de l'ordre de 20 % sur une longueur minimale de 0,8 m

www.cstc.be

Les Dossiers du CSTC 2012/3.2

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

Apparu à la fin des années 80 au Japon, le béton autoplaçant (BAP) pénètre lentement le marché belge. L'absence de règles de spécification et d'essais normalisés a longtemps freiné une utilisation plus large du BAP. La parution récente de nouvelles normes a comblé cette lacune.

Prescrire un béton autoplaçant

✍ *V. Dieryck, ir., chef adjoint du laboratoire Technologie du béton, CSTC*
P. Van Itterbeeck, dr. ir.-arch., chef de projet, laboratoire Structures, CSTC

Article rédigé dans le cadre de la Guidance technologique NeoCrete 'Nouveaux bétons spéciaux', subsidiée par la Région wallonne

De nouvelles normes adaptées

Le BAP (1) étant un béton apte à s'écouler et à se compacter sous son propre poids, c.-à-d. sans énergie de compactage supplémentaire, il peut remplir des coffrages aux formes complexes et/ou avec armatures denses tout en restant homogène. Ses propriétés à l'état frais se distinguent donc de celles d'un béton traditionnel et ne peuvent être mesurées à l'aide des méthodes classiques. Des méthodes appropriées ont fait l'objet de nouvelles normes parues en 2010, à savoir les normes NBN EN 12350-8 à -12. La spécification, les performances et la conformité des bétons traditionnels sont indiquées dans la norme NBN EN 206-1 et son supplément belge, la norme NBN B 15-001. La norme NBN EN 206-9, spécifique au BAP, complète la NBN EN 206-1 et doit dès lors être consultée conjointement à cette dernière.

Caractérisation d'un BAP

Les propriétés à l'état frais du BAP peuvent être définies par quatre caractéristiques :

- **mobilité en milieu non confiné et capacité de remplissage**, c.-à-d. à s'écouler librement
- **viscosité apparente**, c.-à-d. la résistance à l'écoulement, une fois que cet écoulement a commencé. Un BAP à viscosité élevée est plus 'collant', ce qui peut améliorer la résistance à la ségrégation, mais également altérer les qualités de surface
- **aptitude à l'écoulement** (ou mobilité en milieu confiné), c.-à-d. à s'écouler à travers des zones confinées (forte densité de ferraillage, …), sans aucune ségrégation ou blocage
- **résistance à la ségrégation statique**, c.-à-d. la stabilité d'un BAP vis-à-vis de la ségrégation des granulats.

Ces caractéristiques sont déterminées par les essais figurant dans le tableau 1.

Tableau 1 Essais applicables au BAP et classes de consistance

Caractéristiques	Essais	Classes de consistance
Mobilité et capacité de remplissage	Etalement au cône d'Abrams (*slump flow*)	SF1, SF2, SF3
Viscosité apparente	Temps t_{500} au cône d'Abrams	VS1, VS2
	Ecoulement à l'entonnoir en V (*V-funnel*)	VF1, VF2
Aptitude à l'écoulement	Boîte en L (*L-box*)	PL1, PL2
	Anneau (*J-ring*)	PJ1, PJ2
Ségrégation	Stabilité au tamis	SR1, SR2

Spécification

La spécification d'un BAP doit être effectuée à l'aide des exigences de base suivantes (2) :

- la conformité aux normes NBN EN 206-1, NBN B 15-001 et NBN EN 206-9
- la classe de résistance à la compression
- le domaine d'utilisation et la classe d'environnement
- la classe d'étalement SF (cf. norme NBN EN 206-9) (3)
- la dimension nominale maximale des granulats D_{max}.

Ces exigences de base peuvent être complétées par certaines des exigences complémentaires suivantes, en fonction de l'application :

- la classe de viscosité apparente VS ou VF
- la classe d'aptitude à l'écoulement PL ou PJ
- la classe de résistance à la ségrégation SR
- d'autre exigences, telles que le temps de maintien de la consistance.

Recommandations

A titre d'exemple, le tableau 2 illustre les classes SF, VS et VF à considérer pour spécifier un BAP en fonction de différentes applications. Il ne tient pas compte des conditions de confinement spécifiques (densité d'armatures, …), de la géométrie de l'élément, de la méthode de mise en œuvre (pompe ou non) ou des caractéristiques des matériaux utilisés dans le béton. Il est important que le prescripteur et le producteur de béton discutent ensemble de ces paramètres en fonction de l'application visée. ■

Tableau 2 Exemple de spécification des BAP pour différentes applications (source : *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete – Specification, Production and Use*, EFNARC, 2005)

Classe de viscosité apparente	Classe d'étalement		
	SF1	SF2	SF3
VS2 VF2	RAMPES		
VS1 ou VS2 VF1 ou VF2		MURS ET PILIERS	ÉLÉMENTS HAUTS ET ÉLANCÉS
VS1 VF1		SOLS ET DALLES	

www.cstc.be

Les Dossiers du CSTC 2012/3.3

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

(1) Egalement appelé 'béton autocompactant' (BAC), '*self-compacting concrete*' (SCC) en anglais et '*zelfverdichtend beton*' (ZVB) en néerlandais.
(2) Pour la spécification d'un béton traditionnel, cf. 'Prescription du béton selon la NBN B 15-001 et la NBN EN 206-1' dans Les Dossiers du CSTC 2006/2.10.
(3) La classe d'étalement SF, reprise dans les exigences de base, représente une différence importante par rapport à la spécification des bétons traditionnels.

L'un des nombreux avantages du béton autoplaçant (BAP) est que sa pose demande bien moins de main-d'œuvre et engendre moins de nuisances vibratoires et sonores. Cependant, nombreux encore sont ceux qui éprouvent des difficultés à mettre correctement en œuvre des éléments en BAP. L'objectif de cet article est d'attirer votre attention sur certains aspects dont il convient de tenir compte.

Béton autoplaçant : recommandations pour la mise en œuvre

P. Van Itterbeeck, dr. ir., chef de projet, laboratoire Structures, CSTC
V. Dieryck, ir., chef adjoint du laboratoire Technologie du béton, CSTC

Article rédigé dans le cadre de la Guidance technologique NeoCrete 'Nouveaux bétons spéciaux', subsidiée par la Région wallonne

La parution de la nouvelle norme d'exécution NBN EN 13670 en 2010 et de son annexe belge au printemps 2012 a déjà permis d'éclaircir certains aspects liés à la mise en œuvre. Cette norme constitue, avec diverses directives européennes et internationales, une base pour la mise en œuvre correcte d'éléments en BAP.

Exigences relatives au coffrage

Le BAP étant un béton extrêmement fluide, l'étanchéité du coffrage doit être parfaitement assurée. En effet, le moindre interstice peut entraîner une infiltration aux conséquences néfastes pour l'élément réalisé. Les joints, les percements dus aux tirants et autres doivent dès lors être conçus de la manière la plus étanche possible. Par ailleurs, il convient également de veiller à ce que les éléments légers présents dans le coffrage (certains éléments du chauffage par le sol, p. ex.) ne remontent pas à la surface.

Puisque l'utilisation du BAP accélère le placement du béton, la vitesse de coulage peut être augmentée. Toutefois, cette accélération, combinée à d'autres facteurs (les propriétés du béton frais, la forme et les dimensions du coffrage, p. ex.), peut engendrer dans le coffrage une pression nettement supérieure à celle du béton vibré traditionnel et pouvant même atteindre des pressions hydrostatiques (cf. Les Dossiers du CSTC 2006/3.7). Par sécurité, de nombreux documents recommandent dès lors de concevoir le coffrage en considérant des pressions hydrostatiques.

Mise en œuvre

A la réception du BAP sur le chantier, il convient de vérifier si le béton livré correspond au béton prescrit. Le contrôle de la qualité ne consiste pas à vérifier uniquement le bon de livraison, mais également la consistance (classe SF). En fonction du domaine d'application du BAP et des exigences spécifiques supplémentaires qui lui ont été imposées (en matière de viscosité, p. ex.), il convient éventuellement d'effectuer quelques essais supplémentaires avec du béton frais sur un nombre limité d'échantillons. Néanmoins, un contrôle visuel durant la mise en œuvre du BAP est toujours indispensable afin de détecter à temps toute ségrégation ou tout remplissage incomplet du coffrage.

Une particularité du BAP est que son ouvrabilité est temporaire. A la fin du coulage, le béton doit en effet être encore suffisamment fluide que pour conserver ses propriétés autoplaçantes. En outre, le BAP ne peut absolument subir aucune vibration étant donné que celles-ci peuvent entraîner la ségrégation du béton.

Le cheminement horizontal dans le coffrage ne peut pas être trop long et ce, quelle que soit la méthode figurant dans le tableau ci-dessous. La longueur maximale acceptable pour un BAP donné sera fonction de la capacité du béton à se placer dans le coffrage tout en conservant son homogénéité. Plus le cheminement est long, plus le béton court un risque de ségrégation. Certaines directives européennes et internationales recommandent des valeurs de 5 à 10 m.

Le placement d'un BAP demande beaucoup moins de main-d'œuvre

Etant donné qu'il ne peut y avoir aucune vibration lors de la mise en œuvre d'un BAP, il convient de veiller à ce qu'aucune bulle d'air ne se forme lors du remplissage du coffrage. Certaines directives européennes conseillent d'ailleurs également de réduire la vitesse de coulée en présence d'éléments verticaux. S'il s'agit de projets de grande envergure, il convient également de contrôler les livraisons de béton afin d'éviter tout joint de coulage visible.

A l'instar du béton vibré traditionnel, la cure du BAP requiert également une attention particulière pour, notamment, éviter toute fissuration à la suite d'un retrait plastique. Le BAP requiert particulièrement que l'on adapte la cure à la vitesse de coulage. ■

www.cstc.be

Les Dossiers du CSTC 2012/3.4

La version intégrale de cet article, qui sera prochainement disponible sur notre site Internet, traitera notamment des propriétés mécaniques.

Méthode de mise en œuvre d'un BAP

Méthode	Remarque	Spécificités
Remplissage classique par la partie supérieure du coffrage	Risque de ségrégation	Réduire la hauteur de chute à 1 m (comme pour le béton vibré traditionnel)
Immersion d'un tuyau par la partie supérieure du coffrage	Un ferraillage dense et/ou un coffrage étroit nécessitent une attention particulière	• le tuyau doit être choisi en fonction de la densité de l'armature, le coffrage et le mélange de BAP • la composition du BAP doit être adaptée à la pression de la pompe
Remplissage du coffrage par la partie inférieure du coffrage au moyen d'une pompe	Cette méthode permet d'éviter de faire chuter le béton dans le coffrage	• le coffrage doit être adapté • il se peut que la pression exercée sur le coffrage dépasse la pression hydrostatique • la composition du BAP doit être adaptée à la pression de la pompe • les livraisons de béton doivent être bien planifiées

La Note d'information technique sur les toitures-parkings, en cours d'élaboration, paraîtra en deux tomes. Le premier traitera de la conception, de la composition, des sollicitations et des performances. Le second abordera les thèmes des rampes d'accès, des détails de toiture, des accessoires de chaussée, de l'entretien, des pathologies et de la rénovation. Levons le voile sur les grands principes déjà adoptés et les points importants à prendre en considération.

Toitures-parkings : quelques grands principes et points d'attention

✍ *E. Noirfalisse, ir., chef de projet, laboratoire Matériaux d'isolation et d'étanchéité, CSTC*

Cet article traite des toitures non isolées. Les informations relatives aux toitures isolées sont abordées dans la version intégrale.

L'étanchéité

Sur une toiture-parking, l'étanchéité n'est plus visible ni accessible (sinon difficilement) une fois qu'elle est recouverte par les couches de protection et de roulement. Des mesures sont donc à prendre pour réduire le risque de problèmes au minimum, en limiter les conséquences et faciliter la détection, voire la réparation des fuites éventuelles :

- le système d'étanchéité sera **toujours bicouche** (seconde couche en adhérence totale sur la première). Il existe une **exception** : l'étanchéité peut être monocouche si elle est recouverte d'une couche de protection adhérente en asphalte coulé ([1]), qui apporte le complément d'étanchéité nécessaire si elle est continue (bandes de pontage sous les joints de reprise). L'étanchéité doit naturellement être compatible avec l'asphalte coulé
- la pose en **adhérence totale** de l'étanchéité est **obligatoire sur un support en béton** (toiture non isolée ou inversée). La surface du support sera traitée, si nécessaire, (grenaillage, primaire ou bouche-pores, masse de ragréage, …). Le support, monolithique ou rendu tel, sera constitué, de préférence, d'un béton structurel, à défaut de quoi l'avantage de l'adhérence totale sera perdu (cf. les exceptions dans la version intégrale de cet article).

Les **résines posées à l'état liquide** – systèmes multicouches armés ou non en partie courante et toujours armés aux détails et raccords – figurent parmi les types d'étanchéité envisageables. Principalement appliquées sur des toitures-parkings non isolées, elles existent en plusieurs types et peuvent exercer différentes fonctions (à ce sujet, on consultera l'ATG du produit concerné) :

- étanchéité uniquement, recouverte d'une protection et d'une couche de roulement
- 'trois en un', incluant étanchéité, protection et couche de roulement
- couche de roulement uniquement, l'étanchéité étant située plus bas dans le complexe.

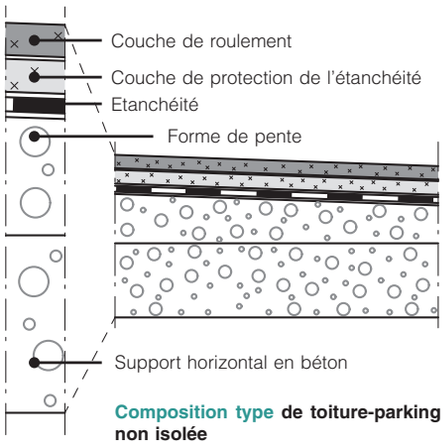
La couche de protection

L'étanchéité doit toujours être pourvue d'une protection (asphalte coulé, béton, panneau ou géocomposite de drainage et/ou filtration à résistance mécanique élevée, …). Les dalles sur plots sont le seul type de couche de roulement sous lequel une couche de protection n'est pas obligatoire. On veillera alors à protéger provisoirement les zones de trafic pour l'approvisionnement durant les travaux.

La couche de roulement

Les principaux matériaux entrant en ligne de compte sont l'asphalte coulé de roulement, le béton armé coulé *in situ*, les dalles en béton préfabriquées de tous formats (allant des pavés aux dalles de plusieurs mètres de côté), les coatings résineux, et les mélanges tels que béton bitumineux, enrobé percolé ou béton résineux drainant. Les dalles en béton sont généralement placées sur un lit de pose en granulats (0/2 + 2/6 ou 0/2 + 2/8 mm, p. ex.) ou en sable grossier, un lit de pose en sable stabilisé étant déconseillé sur une toiture-parking (risques d'obstruction des dispositifs d'évacuation des eaux par lixiviation de chaux).

Une attention particulière sera accordée aux mélanges bitumineux compactés (principalement les bétons bitumineux et les enrobés percolés ([2])), surtout appliqués en couche de roulement, mais parfois également comme couche de protection. Plusieurs conditions doivent être réunies si l'on souhaite les utiliser :



Composition type de toiture-parking non isolée

- la structure porteuse doit être apte à reprendre les charges induites par les engins de pose et de compactage (poids propre, vibrations, …)
- si le mélange est appliqué directement sur l'étanchéité (comme couche de protection), la pose de celle-ci en adhérence totale sur le support permettra d'éviter qu'elle ne soit endommagée par son déplacement et son plissement, lesquels risqueraient d'entraîner son endommagement. Si, pour des raisons particulières, elle devait être posée en indépendance, un mélange compacté ne pourrait être appliqué que sur une protection en asphalte coulé, elle-même posée en adhérence totale sur l'étanchéité
- les mélanges bitumineux de type enrobé drainant ou à forte texture de surface (SMA, p. ex.) sont déconseillés en toiture-parking. ■

www.cstc.be

Les Dossiers du CSTC 2012/3.5

La version intégrale de cet article, qui comportera plus de détails ainsi que des exemples commentés de configurations de toitures-parkings, sera prochainement disponible sur notre site Internet.

([1]) L'asphalte coulé est de composition différente selon qu'il s'agisse d'une couche d'étanchéité, de protection ou de roulement. C'est pour cette raison qu'il convient de préciser systématiquement le type ou la fonction de la couche en utilisant les dénominations du CCT Qualiroutes en Région wallonne, du TB 2011 en Région de Bruxelles-Capitale et du SB250 en Région flamande.

([2]) Couches épaisses et fermées d'enrobé drainant dont les pores sont refermés au moyen d'une pâte de mortier hydraulique très liquide, éventuellement améliorée par des adjuvants, afin d'en augmenter les caractéristiques mécaniques et la rigidité; principalement destinées au trafic lourd.

Au cours des derniers hivers, nos services ont été confrontés à de nombreux cas d'arrachement de gouttières situées en pied de versants de toitures inclinées. Paradoxalement, il n'existe pas de recommandations claires quant à la fixation des gouttières et de leur support à la structure. L'objectif de cet article est de préciser les causes du phénomène et de proposer des recommandations de mise en œuvre qui devraient permettre, dans des circonstances normales, d'éviter le phénomène.

Arrachement de gouttières pendantes à la suite de charges de neige

✍ *C. Arts, ing., conseiller, division Avis techniques, CSTC*
A. Skowron, ir., chef de projet, laboratoire Structures, CSTC

Les différents cas rencontrés concernent des gouttières pendantes maintenues au moyen de crochets fixés dans une planche de rive au moyen de vis; cette dernière étant elle-même fixée en about des chevrons de la charpente à l'aide de clous ou de vis.

1 Origine du phénomène

L'origine des désordres rencontrés doit être recherchée dans la conjugaison de facteurs défavorables. Il y a effectivement lieu de considérer, d'une part, les sollicitations importantes et de longue durée résultant de l'accumulation de neige et de la formation de glace sur la toiture et dans la gouttière et, d'autre part, le manque de recommandations claires concernant la fixation de cette dernière.

1.1 Sollicitations liées à la charge de neige

Si la neige fraîche pèse environ 100 kg/m³, cette masse peut atteindre jusqu'à 400 kg/m³ lorsque la neige se compacte au fil du temps, voire 850 kg/m³ si elle se transforme en glace. L'hiver 2010-2011 a été caractérisé par une durée d'enneigement que l'Institut royal de météorologie a qualifiée de très exceptionnelle, ce qui correspond à une période de retour de 100 ans. Or, selon les méthodes normalisées dans le domaine de la stabilité des constructions, on utilise généralement une période de retour de 25 ans pour le calcul d'éléments secondaires. La norme NBN EN 1991-1-3 (Eurocode 1, partie 1-3) permet de déterminer les charges de neige à prendre en compte lors du dimensionnement d'une structure.

Nous avons d'ailleurs constaté que les désordres se présentaient principalement lorsque la toiture était isolée au niveau de son versant, ce qui induit une accumulation de neige plus importante sur ce dernier. Le phénomène se renforce encore en présence d'une couverture lisse de type ardoise, favorisant, lors du dégel, le glissement vers la gouttière du manteau de neige s'étant accumulée sur la toiture. Ce glissement induit alors une charge dynamique non négligeable qui tend à arracher la gouttière.

1.2 Fixation de la gouttière et de la planche de rive

Les Eurocodes et les normes actuellement en vigueur ne donnent pas de règles strictes en ce qui concerne la fixation d'éléments secondaires non structurels tels que des gouttières ou des planches de rive. Notons cependant que, même si la norme NBN EN 1995-1-1 (Eurocode 5) s'applique exclusivement aux éléments structurels, elle peut aussi être utilisée à titre informatif pour déterminer le nombre et les dimensions des fixations nécessaires au maintien des crochets de gouttière et de la planche de rive.

Il existe également des règles de bonne pratique relatives à la fixation des crochets de gouttière, qu'on retrouve notamment dans la documentation des fabricants et qui étaient renseignées dans d'anciens documents de référence qui ne sont actuellement plus d'application, comme les Spécifications techniques unifiées (STS) 33 'Evacuation des eaux de toiture' (1969) ou le Cahier des charges type pour travaux de constructions privées du CSTC (2e édition, fascicule 11, 1980).

2 Dimensionnement et choix constructifs

Pour prévenir tout risque d'arrachement de la gouttière, il importe donc de veiller à ce qu'elle soit correctement fixée au support. De même, il convient de limiter les sollicitations via un entretien régulier des organes d'évacuation des eaux et la mise en œuvre d'arrêts de neige en pieds de versant, ceci principalement dans le sud et l'est du pays, ainsi que dans le cas de versants de longueur importante.

Pour la fixation des gouttières, deux types de crochets sont utilisés d'ordinaire :

- les **crochets à queue** (cf. figure 3, page 7) : ils ont l'avantage de ne pas induire de charge sur la planche de rive. En outre, les organes de fixation des crochets sont sollicités principalement en cisaillement et sont perpendiculaires au fil du bois de la charpente. Ce type de crochet peut néanmoins quelque peu compliquer la mise en œuvre de la dernière contre-latte ou la pose en pente d'une gouttière, même si on réalise de plus en plus souvent des poses sans pente. A noter que, pour la grande majorité des cas d'arrachement de gouttières étudiés, celles-

Fig. 1 et 2 **La neige et la glace s'accumulent dans la gouttière... laquelle finit par céder**

ci n'étaient pas fixées au moyen de ce type de crochets

- les **crochets classiques, sans queue** (cf. figure 4) : dans ce cas, les charges reprises par la gouttière sont transmises à la planche de face; elle-même maintenue dans le bois d'about des chevrons au moyen d'organes de fixation disposés plus ou moins parallèlement au sens du fil du bois. Les deux fixations sont donc à dimensionner. Notons également qu'avec une telle configuration, lorsque le manteau de neige s'étant accumulée sur la toiture glisse vers la gouttière, les organes de fixation des crochets sont davantage sollicités en traction qu'en cas d'utilisation de crochets à queue.

Les règles de bonne pratique, renseignées dans les anciennes STS et le cahier des charges pour travaux de construction privée, indiquaient que l'entredistance des crochets devait mesurer entre 33 et 45 cm au maximum. Cet écart doit, selon différents fabricants, être ramené à 30 cm dans le cas de crochets dits invisibles. Le tome 3 du Cahier général des charges clauses techniques (CCT SWL), édité en 2009 par la Région wallonne, conseille quant à lui de fixer chaque crochet au moyen de deux vis minimum.

Pour la fixation des crochets (à queue ou sans queue) et de la planche de rive, on utilisera habituellement des **vis non corrodables, en acier galvanisé ou inoxydable**. Des avant-trous seront de préférence réalisés dans les pièces de bois lorsque le diamètre des vis est supérieur à 6 mm. Les clouages en bout, même avec des clous crantés, n'étant pas capables de transmettre un effort axial, leur utilisation n'est à envisager que pour la fixation de crochets à queue.

Par ailleurs, l'Eurocode 5 recommande une longueur de pénétration de la vis d'au moins six fois son diamètre du côté de la pointe. L'épaisseur des planches de rive étant généralement de 22 mm, il convient d'en tenir compte lors du dimensionnement des fixations.

Enfin, il faut être attentif à garder une distance suffisante entre les vis ou entre les vis et les bords des éléments en bois. Le tableau 1 renseigne des espacements et des distances de rive minimum pour des vis chargées axialement.

3 Exemples d'applications

Le tableau 2 reprend les fixations qu'il y a lieu de mettre en œuvre au niveau des crochets de gouttière et au niveau de la planche de rive et ce, en fonction de la longueur et de l'inclinaison du versant de toiture.

Pour ce faire, nous n'avons pas considéré la charge dynamique du manteau de neige accumulé sur la toiture et glissant vers la gouttière, mais avons pris comme hypothèse que le frottement entre ce manteau de neige et la couverture de la toiture était nul. D'autre part, nous avons établi ce prédimensionnement sur la base d'une gouttière de 15 cm de largeur et de 10 cm de hauteur, fixée sur une planche de rive de 22 mm d'épaisseur et constituée d'un bois d'une masse volumique de 550 kg/m³, elle-même fixée en about de chevrons d'une masse volumique de 400 kg/m³. Concernant les charges, celles-ci ont été déterminées suivant la norme NBN EN 1991-1-3 ainsi que son annexe nationale.

Précisons finalement que les recommandations des fabricants peuvent renseigner des distances plus courtes entre les crochets, pour limiter, par exemple, la déformation de la gouttière entre deux crochets.

Ce sujet sera également abordé dans une prochaine Note d'information technique. ■

Fig. 3 Système de fixation à crochets à queue

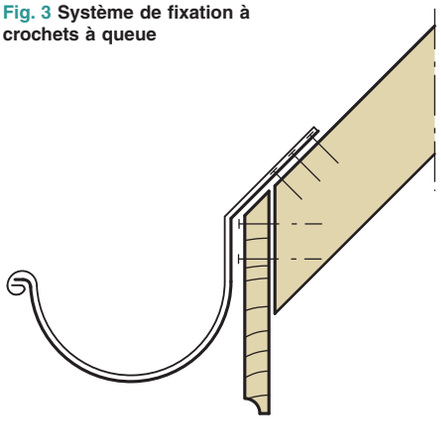


Fig. 4 Système de fixation classique, sans queue

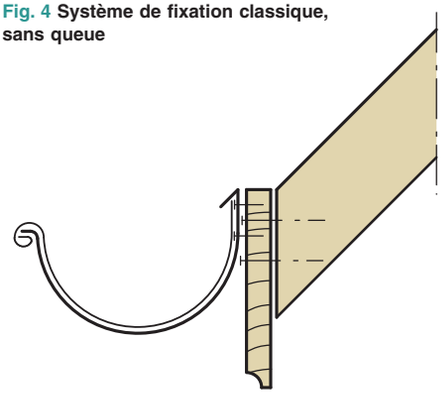


Tableau 1 Espacements et distances de rive minimum pour des vis chargées axialement (calcul effectué selon l'Eurocode 5, dans lequel les vis ont été assimilées à des tirefonds sans partie lisse)

Positionnement de la vis	Espacement minimum entre vis [mm]	Distance de rive minimum [mm]
Perpendiculairement au fil du bois (pour la fixation de crochets à queue, p. ex.)	4 x diamètre	4 x diamètre
Parallèlement au fil du bois (pour la fixation de la planche de rive servant de support aux crochets sans queue, p. ex.)	4 x diamètre	2,5 x diamètre

Tableau 2 Détermination du nombre et du type de fixations à envisager au niveau des crochets de gouttière ainsi que de la planche de rive

Fixation de la planche de rive dans l'about des chevrons			
Longueur et inclinaison du versant de toiture		Longueur du versant	
		De 0 à 10 m	De 10 à 20 m
Pente du versant	De 20 à 30°	1 Ø 6 x 80 mm tous les 50 cm	2 Ø 6 x 80 mm tous les 50 cm
		1 Ø 8 x 80 mm tous les 70 cm	1 Ø 8 x 80 mm tous les 35 cm
	De 30 à 50°	1 Ø 6 x 80 mm tous les 65 cm	2 Ø 6 x 80 mm tous les 70 cm
		1 Ø 8 x 80 mm tous les 90 cm	1 Ø 8 x 80 mm tous les 50 cm
Fixation des crochets à la planche de rive			
Longueur et inclinaison du versant de toiture		Longueur du versant	
		De 0 à 10 m	De 10 à 20 m
Pente du versant	De 20 à 30°	2 Ø 5 x 30 mm tous les 75 cm	2 Ø 5 x 30 mm tous les 40 cm
	De 30 à 50°	2 Ø 5 x 30 mm tous les 100 cm	2 Ø 5 x 30 mm tous les 55 cm

Soucieux de préserver l'environnement et de réduire l'empreinte écologique du bâtiment, les donneurs d'ordre demandent de plus en plus souvent que l'on ne prévoie aucune finition sur le bois appliqué en extérieur. Bien souvent, ce choix se justifie également par des considérations d'ordre esthétique. Certains espèrent en outre être ainsi débarrassés des travaux d'entretien. Cette pratique est toutefois déconseillée pour les fenêtres et les portes en bois, car la finition permet à la menuiserie de conserver ses performances initiales.

Menuiseries en bois sans finition : quelles conséquences ?

F. Caluwaerts, ing., conseiller principal, division Avis techniques, CSTC
B. Michaux, ir., chef adjoint de la division Enveloppe du bâtiment et menuiserie, CSTC

Durabilité

Le choix d'un bois adéquat pour une menuiserie extérieure se fait avant tout en considérant sa **durabilité naturelle**. Celle-ci doit, en effet, être adaptée à la classe d'emploi spécifique dans laquelle le bois sera utilisé.

A défaut de pouvoir satisfaire à cette exigence, il est nécessaire de prévoir un traitement de préservation approprié aux conditions d'exposition. Celui-ci consiste à appliquer des produits de préservation chimique qui protégeront le bois des dégradations dues aux moisissures et/ou aux insectes xylophages. Ce traitement ne fait toutefois nullement office de finition de surface à proprement parler.

Impact de la stabilité dimensionnelle sur l'étanchéité à l'eau et à l'air

L'humidification et le séchage du bois entraînent inévitablement des **déformations dimensionnelles**. Il est dès lors recommandé de fabriquer les fenêtres et les portes avec un bois stable à très stable et à fil rectiligne (le bois à fil enchevêtré ou à contrefil est à éviter).

En outre, il est important de choisir le **taux d'humidité initial** approprié à l'application envisagée.

Les fenêtres et les portes étant des éléments de façade en contact avec un environnement extérieur dont le taux d'humidité relative de l'air se situe entre 60 et 90 %, on optera idéalement pour un taux d'humidité du bois en masse entre 12 et 18 % (sauf pour l'*afzelia bipidensis*).

Ne pas prévoir de finition revient en fait à ne pas munir la menuiserie d'une barrière physique qui la protégerait contre les précipitations, l'ensoleillement, les fluctuations du taux d'humidité relative de l'air, les variations de température, les vents secs, … Les déformations précitées peuvent alors se manifester davantage et ce, même avec une espèce de bois stable et un taux d'humidité en masse initial judicieusement choisi.

Des déformations importantes n'entraînent pas nécessairement de conséquences néfastes pour les revêtements de façade ou les terrasses en bois. Elles peuvent par contre en avoir pour les fenêtres et les portes. L'étanchéité à l'eau d'une fenêtre est en effet basée sur le principe de la double barrière d'étanchéité, qui consiste à séparer physiquement l'étanchéité à l'eau et à l'air. Si l'étanchéité à l'air ne peut être assurée à la suite d'une déformation des éléments de la fenêtre, des gouttes d'eau peuvent alors traverser la barrière d'étanchéité, pénétrer la chambre de décompression et finir par s'infiltrer à l'intérieur du bâtiment.

L'étanchéité à l'eau des menuiseries en bois sans traitement de finition n'est pas toujours garantie

Fissuration et dégradation

Un taux d'humidité différentiel entre la surface du bois et le cœur de l'élément peut favoriser la formation de gerçures dues au vent, voire de fissures en profondeur. Puisqu'une finition protège le bois contre les précipitations, l'ensoleillement et les vents secs, son absence peut également contribuer à engendrer de tels phénomènes.

En outre, il faut tenir compte du fait qu'après un certain temps, le bois adopte peu à peu une teinte grisâtre sous l'effet de la dégradation photochimique de ses composants (cellulose, lignine, extraits) par les rayons UV du soleil. Cette dégradation de la surface peut particulièrement compromettre l'adhérence des joints souples et, dès lors, compromettre l'étanchéité à l'eau et à l'air.

Enfin, l'absence de finition peut entraîner des difficultés de nettoyage de la surface de la menuiserie et l'apparition de taches disgracieuses dues au lessivage des composants.

Conclusion

L'application et l'entretien d'un traitement de finition sur les fenêtres et les portes en bois n'ont donc pas uniquement des visées d'ordre esthétique. Cette finition constitue non seulement une **barrière physique** contre des facteurs pouvant dégrader la surface du bois, mais elle permet également aux menuiseries de conserver leurs performances initiales, essentiellement en matière d'étanchéité à l'eau et à l'air. Il n'est dès lors pas étonnant que les STS 52.1 'Menuiseries extérieures en bois' – qui traite également des systèmes de finition – n'autorisent pas de laisser les fenêtres et les portes sans finition (même en cas de bois très durables). Ce document recommande d'ailleurs d'appliquer la finition définitive sur la menuiserie extérieure dans le mois qui suit sa pose. ■

www.cstc.be

Infofiche 61

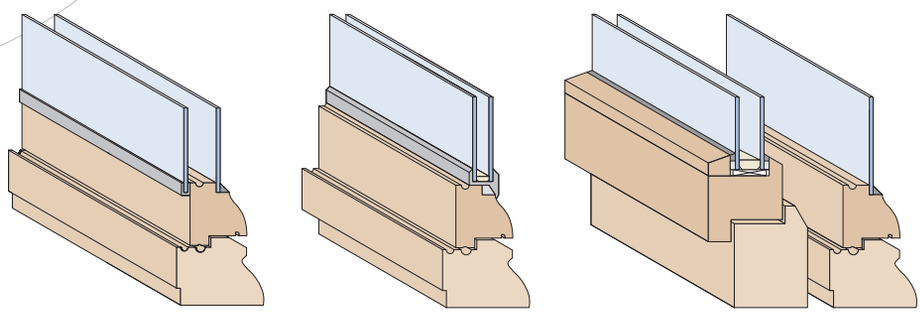
Cet article fait l'objet d'une Infofiche, qui sera prochainement disponible sur notre site Internet.

On estime que quelque 80 % des logements belges sont totalement ou partiellement équipés de vitrages isolants. La proportion de simples vitrages encore présents dans les bâtiments peut atteindre jusqu'à 30 % selon la Région considérée. Dans un contexte grandissant de réduction de la consommation d'énergie, l'isolation des fenêtres équipées de simples vitrages ou de doubles vitrages de première génération est donc une nécessité.

Rénovation des fenêtres existantes : remplacement ou autres solutions ?

✍ *V. Detremmerie, ir., chef du laboratoire Eléments de toitures et de façades, CSTC*
G. Flamant, ir., chef adjoint de la division Energie et bâtiment, CSTC
B. Michaux, ir., chef adjoint de la division Enveloppe du bâtiment et menuiserie, CSTC

Article rédigé grâce au soutien de la Guidance technologique 'Eco-construction et développement durable en Région de Bruxelles-Capitale', subsidiée par InnovIRIS



A. SURVITRAGE — B. DOUBLE VITRAGE DANS PROFILE D'ADAPTATION — C. DOUBLE FENÊTRE

Exemples de solutions permettant d'éviter le remplacement d'une fenêtre existante (orifices de drainage et de ventilation non représentés)

Le remplacement des fenêtres existantes par de nouvelles fenêtres équipées de vitrages performants (dits à haut rendement) permet de garantir des performances durables et adaptées aux besoins spécifiques du maître d'ouvrage. D'autres solutions permettent cependant de ne pas procéder au remplacement complet de la fenêtre existante, lequel n'est pas toujours envisageable, voire nécessaire.

Les autres solutions

Parmi les solutions les plus courantes permettant d'éviter le remplacement complet de la fenêtre, citons d'abord l'**amélioration de l'étanchéité à l'air** de la fenêtre existante par :

- le remplacement des joints entre la maçonnerie et le cadre dormant et entre le cadre et le vitrage par des joints en mastic souple
- la mise en place de joints entre ouvrant et dormant
- le réglage de la quincaillerie, …

Ces mesures permettent également d'améliorer l'isolation acoustique, mais n'ont qu'un très faible impact sur le niveau d'isolation thermique de la fenêtre.

Une seconde solution est le **survitrage**, qui consiste à appliquer un second verre sur le châssis (cf. figure A, ci-dessus), généralement dans un profilé, afin d'obtenir deux vitrages juxtaposés séparés par une lame d'air. Le risque de condensation entre les feuilles de verre étant quasiment inévitable, le survitrage collé est à éviter. Un survitrage amovible est donc recommandé de façon à permettre l'entretien. Cette solution relativement peu efficace (cf. tableau) n'est que très peu utilisée en pratique.

Une troisième solution consiste à remplacer le vitrage existant par un **double vitrage performant dans le châssis existant**, pour autant que la résistance du profilé et la quincaillerie le permettent. Le double vitrage est généralement prémonté dans un profilé d'adaptation; l'ensemble étant alors intégré dans le châssis existant (cf. figure B). En fonction du type de vitrage mis en œuvre, des niveaux de performances thermiques et acoustiques du même ordre de grandeur que ceux d'une nouvelle fenêtre peuvent être atteints. Dans la pratique il est toutefois souvent difficile de respecter l'ensemble des recommandations en matière de drainage de la feuillure. Il existe, en outre, un réel risque d'augmentation de la condensation sur les châssis métalliques.

Enfin, le principe de la **double fenêtre**, qui consiste à poser, généralement du côté intérieur, une seconde fenêtre dans l'épaisseur du mur de façade (cf. figure C), est très efficace d'un point de vue thermique et acoustique. Afin de limiter les risques de condensation, on garantira une bonne étanchéité à l'air du côté intérieur et on prévoira une légère ventilation de l'espace entre celles-ci par de l'air extérieur.

Comparaison théorique

A titre d'exemple, nous avons comparé quelques performances de différentes possibilités de rénovation d'une fenêtre existante (cf. tableau) composée d'un châssis en chêne de 45 mm de section et d'un simple vitrage de 4 mm. ■

Performances de la fenêtre existante et de la fenêtre rénovée

Performances	Fenêtre existante bois	Survitrage (1)		Double vitrage (U_g = 1,1 W/m²K)	Nouvelle fenêtre bois (2)	Double fenêtre (3)
		Float	Verre à couche (ε = 0,15)			
Valeur U_w de la fenêtre [W/m²K]	4,7	2,9	2,1	1,7	1,6	1,2
Etanchéité à l'air	– – (4)	– – (4)	– – (4)	– – (4)	+ +	+ +
Etanchéité à l'eau	– – (5)	– – (5)	– – (5)	– – (5)	+ +	+ +
Durabilité	–/+	–	–	–/+	+ +	–/+ (6)

(1) Epaisseur de 4 mm, espacé de 15 mm du vitrage existant.
(2) Bois dense, section 58 mm, double vitrage (U_g = 1,1 W/m²K).
(3) Seconde fenêtre identique à la nouvelle fenêtre bois (2) placée à 50 mm de la fenêtre existante.
(4) Amélioration possible jusqu'à + par l'ajout de joints et en assurant la durabilité de ceux-ci.
(5) Evolution possible jusqu'à – s'il y a amélioration de l'étanchéité à l'air, voire à + si l'ancien châssis est muni d'une chambre de décompression.
(6) Score lié au maintien de la fenêtre existante.

Les matériaux et systèmes de construction doivent être choisis en tenant compte non seulement des aspects techniques, esthétiques et économiques, mais également de la réglementation en vigueur. Il ne faut pas non plus oublier les considérations écologiques, qui jouent un rôle de plus en plus important. Or, une information claire et objective concernant les aspects environnementaux des matériaux nous fait bien trop souvent défaut. Cet article livre les résultats d'une étude menée par le CSTC concernant l'impact environnemental des enduits sur isolation extérieure (ETICS).

Impact environnemental des ETICS

L. Wastiels, dr. ir.-arch., chef de projet, laboratoire Développement durable, CSTC
Y. Grégoire, ir.-arch., chef de la division Matériaux, CSTC

Article rédigé dans le cadre de la Guidance technologique 'Construction et développement durables en Région de Bruxelles-Capitale' et de la Guidance technologique 'RD2 : rénovation et développement durable en Région wallonne'

Les ETICS sont fréquemment appliqués dans le cas d'une rénovation ou d'une nouvelle construction. Diverses publications du CSTC ont déjà traité des détails techniques, de règles de bonne pratique, de la pose et du comportement des ETICS.

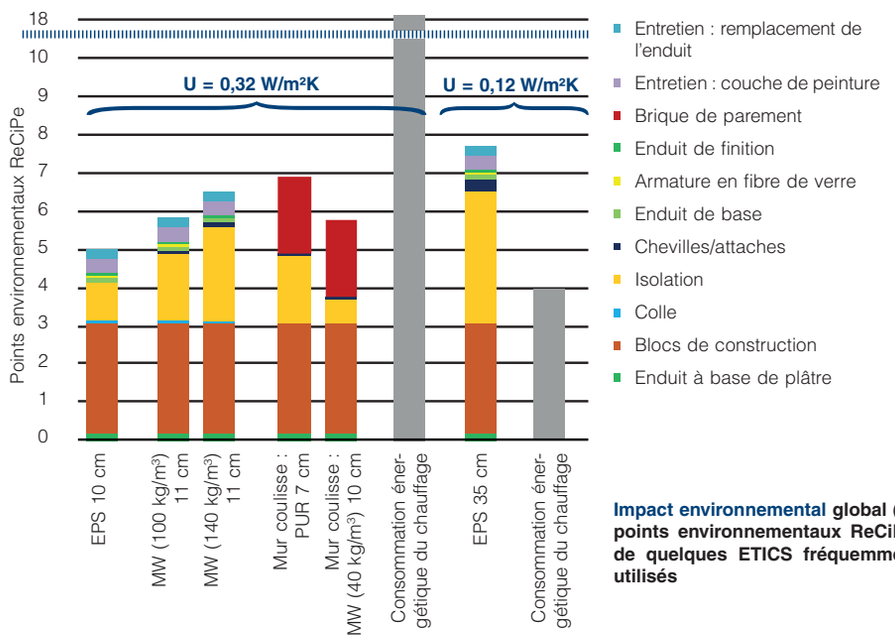
Cette étude consiste en une analyse comparative détaillée de l'impact environnemental des ETICS effectuée sur la base de l'analyse du cycle de vie (LCA) d'ETICS utilisés avec divers matériaux d'isolation, modes de fixations et enduits. Une LCA permet de quantifier l'impact d'un produit, d'un élément de construction ou d'une construction sur l'environnement au cours des diverses phases de son cycle de vie (à savoir, la production, la construction, l'utilisation et la fin de la durée de vie).

Objectif de l'étude

Nous avons comparé, sur une durée de vie de 60 ans, 1 m² d'un mur dont la résistance thermique satisfait à la réglementation PEB actuelle ou est supérieure à celle-ci (U = 0,32 et 0,12 W/m²K). Le mur est constitué, de l'intérieur vers l'extérieur, d'un enduit minéral à base de plâtre (1 cm), d'une maçonnerie en blocs de terre cuite (14 cm), de colle, d'un matériau isolant (fixé mécaniquement ou non), d'un enduit de base doté d'une armature en fibre de verre et d'un enduit de finition. Nous avons également comparé l'impact d'un mur creux (isolation, coulisse avec attaches et 9 cm de brique de parement).

Impact des matériaux

Le schéma illustre l'impact environnemental global (en points environnementaux ReCiPe) de quelques ETICS fréquemment utilisés en fonction de leur composition. Les différences sont principalement dues aux matériaux isolants : ainsi, l'impact environnemental des ETICS avec plaques de polystyrène expansé (EPS) est inférieur à ceux avec laine minérale (MW) dont la forte densité (140 kg/m³) exerce une influence sensible sur l'impact environnemental. Sa réduction est obtenue avec des densités plus basses. Il sera question dans la version intégrale de cet article de l'impact d'autres isolants tels que les panneaux à base de fibres de bois, d'XPS, de PUR, de verre cellulaire et de liège expansé. Ajoutons que les enduits et les fixations mécaniques ne semblent influencer que très peu l'impact environnemental global. En outre, les divers types d'enduits (organiques ou minéraux) sont fort semblables.



Impact environnemental global (en points environnementaux ReCiPe) de quelques ETICS fréquemment utilisés

Impact de l'entretien

La peinture, pour un entretien tous les dix ans, a un impact léger, bien que non négligeable. Remplacer l'enduit pendant la durée de vie de 60 ans augmente, en toute logique, l'impact environnemental. Une bonne conception, des détails d'exécution et une pose effectués avec soin et un entretien de qualité sont primordiaux pour atteindre la durée de vie prévue.

Impact des déperditions thermiques

L'énergie consommée en raison de déperditions thermiques à travers la paroi durant la phase d'utilisation a également un effet sur l'environnement. Celui-ci est deux à trois fois supérieur à l'impact environnemental des matériaux utilisés pour des parois dimensionnées selon U = 0,32 W/m²K. Nous ne pouvons que souligner une fois de plus l'importance d'une bonne isolation du bâtiment. Si les valeurs d'isolation des parois sont plus élevées (U = 0,12 W/m²K), l'impact d'utilisation diminue, mais l'impact environnemental des matériaux augmente en raison des plus fortes épaisseurs d'isolant. Vu la tendance (et obligation) actuelle pour des habitations mieux isolées thermiquement, les considérations environnementales détermineront de plus en plus le choix des matériaux. ■

CEN TC 350

Ce TC a harmonisé les méthodes d'analyse environnementale et publié en 2012 les normes EN 15804 et 15978 relatives à l'exécution des analyses du cycle de vie au niveau du produit et du bâtiment. Le CSTC est l'opérateur sectoriel de cette commission.

www.cstc.be

Les Dossiers du CSTC 2012/3.9

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

Le présent article offre un aperçu des différents revêtements de sol textiles et des exigences auxquelles ces produits pourront ou devront répondre selon les normes 'produit' et le marquage CE. On s'interroge actuellement sur les émissions de composés organiques volatils (COV) et sur leur éventuelle incidence sur la qualité de l'air au sein du bâtiment. Par conséquent, l'article se penche également sur la prochaine implémentation d'exigences plus axées sur la santé dans le marquage CE.

Revêtements de sol textiles : exigences actuelles et futures

M. Lor, dr., chef de projet, laboratoire Chimie du bâtiment, CSTC

Classification et application

Un revêtement de sol textile est un revêtement souple dont la couche d'usage se compose de fibres textiles naturelles, synthétiques ou d'une combinaison de ces deux dernières. On parle de tapis-plain lorsque ces revêtements recouvrent l'intégralité du sol d'un local.

La norme ISO 2424 distingue **deux catégories de revêtements de sol textiles : avec et sans velours** (c.-à-d. une couche d'usage (face de circulation) composée de fils ou de fibres implantés verticalement et rattachés à la sous-couche). Ces deux groupes se divisent également en sous-catégories selon leur mode de production (cf. figure ci-dessous).

Outre les exigences imposées au produit, ces normes comportent également des exigences et des essais à prévoir afin de déterminer le champ d'application ou les classes d'utilisation d'un revêtement. Ces classes ont été fixées dans la norme NBN EN 685, qui les distingue en fonction de la zone d'utilisation et de l'intensité d'usage du revêtement (cf. NIT 241) et établit un classement à deux chiffres. Ainsi, la classe 21 correspond à une application domestique dans une zone de passage intermittent (une chambre à coucher, p. ex.), tandis que la classe 33 indique une application commerciale pour des zones de passage intense. Cette dernière classe est d'ailleurs la classe d'utilisation la plus haute possible pour les revêtements de sol textiles vu que leur utilisation est limitée à des applications résidentielles et commerciales.

Exigences actuelles dans le marquage CE

Les exigences auxquelles les revêtements de sol textiles doivent satisfaire sont précisées dans la norme NBN EN 14041. Cette dernière forme la base du marquage CE, lequel est obligatoire depuis 2007 pour ces produits de construction (cf. figure, au-dessus des pointillés). Les exigences concernent la réaction au feu, la teneur en pentachlorophénol, les émissions de formaldéhyde, l'étanchéité à l'eau, la résistance au glissement, le comportement électrique et la conductivité thermique. Toutefois, jusqu'à présent, seules deux caractéristiques doivent toujours être mentionnées dans le marquage CE : la classe de réaction au feu et la résistance au glissement.

Exigences futures dans le marquage CE pour les revêtements de sols textiles

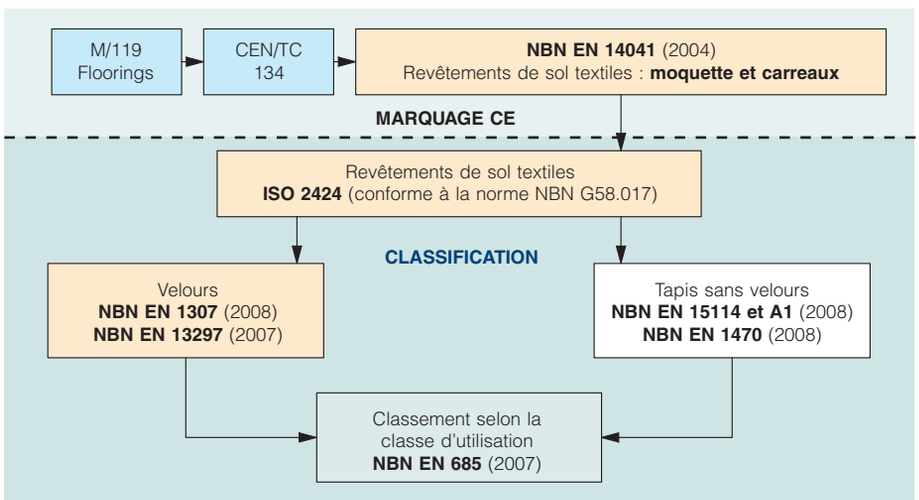
Les prescriptions concernant les émissions de COV dans le marquage CE seront prochainement fortement élargies. Le mandat des revêtements de sols du CEN (M/119) est d'ailleurs actuellement revu par la Commission européenne. Plus précisément, les critères COV des réglementations des émissions françaises et allemandes sont repris dans la version révisée.

En Belgique, un arrêté royal est en cours de préparation pour l'établissement de seuils d'exigence pour les émissions de COV des revêtements de sol textiles. L'entrée en vigueur de cet arrêté est prévue le 1er janvier 2014.

Conclusion

Dans le cadre de la directive européenne relative aux produits de construction, les revêtements de sol textiles devront répondre à des critères d'émissions (de COV et de formaldéhyde) afin d'obtenir un marquage CE.

En vue de concrétiser ces obligations, la norme NBN EN 14041 pour les revêtements de sols textiles est en cours de révision. Ainsi, par exemple, la méthode d'essais harmonisée européenne visant à tester les limites d'émissions (nationales) est actuellement en phase de validation. ■



Revêtements de sol textiles et leurs normes

www.cstc.be

Les Dossiers du CSTC 2012/3.10

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

La déformabilité des mortiers-colles et des mortiers de jointoiement joue un rôle considérable dans l'apparition de contraintes dans le complexe plancher. Cet article décrit la méthode d'essai normalisée ainsi que la classification correspondante et émet quelques recommandations quant à l'utilisation des mortiers-colles et des mortiers de jointoiement déformables.

Déformabilité des mortiers-colles et des mortiers de jointoiement

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

Article rédigé dans le cadre de l'Antenne Normes Parachèvement

Un système de plancher est constitué de couches superposées qui réagissent généralement différemment aux sollicitations mécaniques, physiques ou hygrothermiques. Ces différences de comportement engendreront inévitablement des contraintes dans les couches du plancher. Celles-ci ne posent aucun problème tant que les performances d'adhérence et/ou la résistance des matériaux ne sont pas dépassées. Le cas échéant, des fissures ou des pertes d'adhérence peuvent survenir.

L'Infofiche 54, parue en juillet 2011, décrit divers facteurs pouvant contribuer au **décollement des revêtements de sol carrelés**. On y apprend notamment que les contraintes engendrées dans les couches du plancher peuvent dépasser l'adhérence initiale des carreaux au support et entraîner le décollement du parachèvement.

Certaines actions peuvent être menées dans un but préventif, notamment la limitation des contraintes de retrait dans le support (en modifiant la date des travaux de finition et/ou la composition du support), le maintien d'une température plus ou moins constante et le respect des règles constructives (prévoir des joints de dilatation, p. ex.).

Le **produit de collage** influence, lui aussi, de manière non négligeable l'ampleur des contraintes. Ainsi, si l'adhérence de la colle est, certes, un paramètre important, sa capacité à se déformer et son épaisseur ne le sont pas moins. Plus le produit de collage est déformable, plus les contraintes qui se développeront dans la colle, dans le support et dans le revêtement seront faibles.

A noter que le terme 'flex' est encore fréquemment utilisé pour signaler qu'une colle à carrelage est flexible ou déformable. Cette dénomination n'étant pas admise dans les normes en vigueur, les caractéristiques de ce type de colles ne sont soumises à aucune exigence (en ce qui concerne la déformation transversale, p. ex.). Il s'agit donc d'une dénomination purement commerciale qu'il conviendrait de remplacer par la terminologie européenne.

Cadre normatif

Selon la norme 'produit' NBN EN 12004, la déformabilité d'une colle à carrelage doit être évaluée sur la base de la norme d'essai NBN EN 12002. Cette dernière décrit comment déterminer la **déformation transversale** des

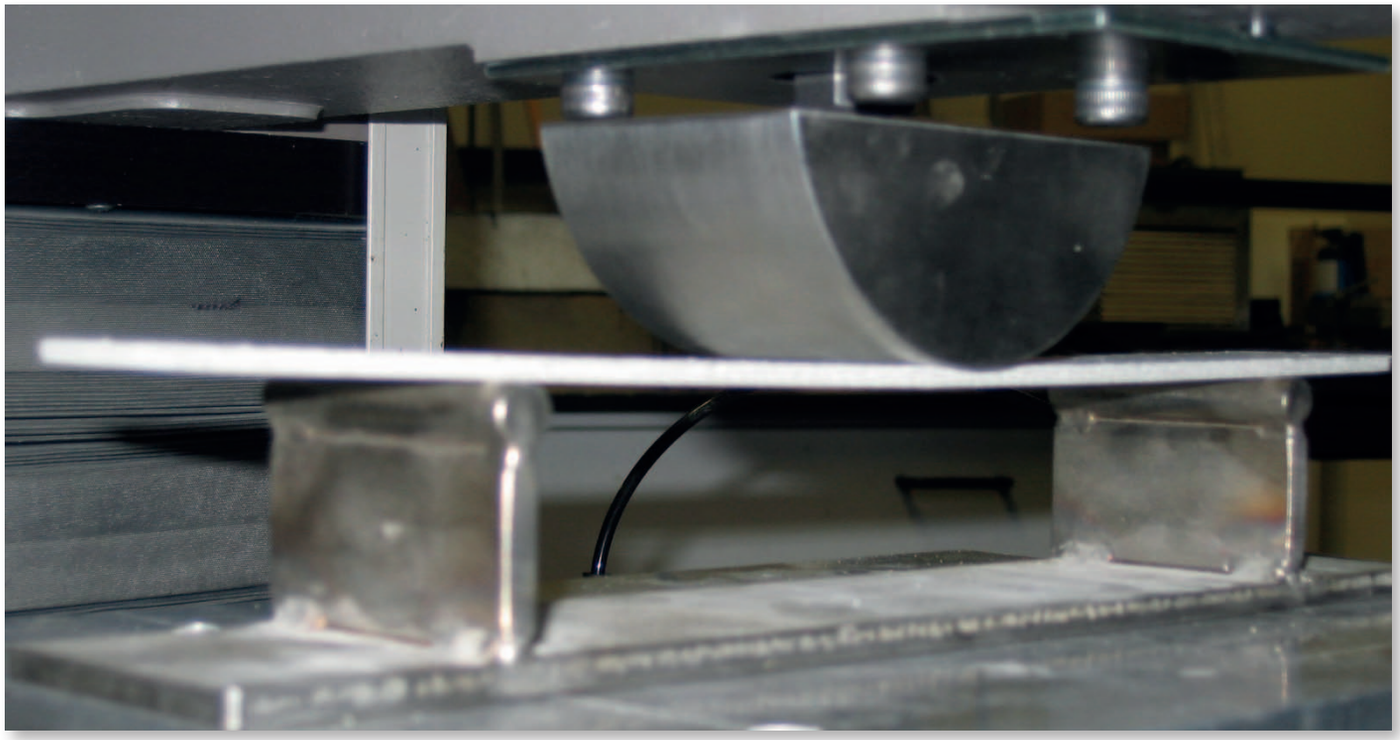


Fig. 1 **Essai de flexion en trois points selon la norme NBN EN 12002**

colles à carrelage et des mortiers de jointoiement à base de ciment utilisés pour carreler des murs et des sols tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. La norme ne s'applique qu'aux produits à base de ciment (C) et non aux colles et aux mortiers en dispersion (D) ou à base de résine réactive (R).

L'essai est effectué sur des barrettes de mortier de 280 mm de longueur, 45 mm de largeur et 5 mm d'épaisseur. Après durcissement et conditionnement durant 28 jours, celles-ci sont soumises à un essai de flexion en trois points jusqu'à rupture. Le déplacement vertical (appelé 'déformation transversale' dans la norme NBN EN 12002) est ensuite mesuré, en millimètres, au milieu de l'échantillon.

La norme 'produit' NBN EN 12004 relative aux colles à carrelage distingue deux classes de déformation transversale :

- S1 : mortier déformable, déformation transversale comprise entre 2,5 et 5 mm
- S2 : mortier très déformable, déformation transversale supérieure à 5 mm.

Si le déplacement vertical est inférieur à 2,5 mm, aucune classe n'est attribuée (cf. figure 3).

La caractéristique intrinsèque qui permet d'attribuer au matériau la classe S1 ou S2 est son **module d'élasticité**. Plus celui-ci est faible, plus le matériau est déformable, et vice versa. La déformation totale de la couche de mortier-colle dépend également de son épaisseur. En effet, les couches de colle minces sont caractérisées par des déformations relativement restreintes, qui ne sont pas toujours à même d'absorber les mouvements de retrait et de fluage du support (support à base de ciment jeune, p. ex.).

Le carreleur ne peut toutefois pas choisir l'épaisseur de la couche de colle, car celle-ci dépend de la planéité du support, de la planéité et du format des carreaux et du type de colle.

Bien que la norme d'essai nous permette de déterminer la déformation transversale des mortiers-colles et des mortiers de jointoiement, la norme 'produit' NBN EN 13888 ne pose aucune exigence quant à cette caractéristique. Par conséquent, les fiches techniques des mortiers de jointoiement ne comportent jamais, ou rarement, des informations concernant leur déformabilité. Les fabricants devraient désormais indiquer cette caractéristique dans leurs fiches techniques afin de mieux informer les utilisateurs.

Contraintes dans les sols carrelés

Dans la pratique, les colles à carrelage sont principalement soumises au cisaillement (et éventuellement à la pression) plutôt qu'à la flexion tel que le prévoit l'essai normalisé. La pertinence de ce dernier a donc très vite été remise en cause.

Fig. 2 **Le produit de collage joue un rôle considérable dans l'apparition de contraintes**

Les caractéristiques d'un essai de flexion peuvent néanmoins être mises en relation avec celles qui déterminent le comportement au glissement. De manière indirecte, cet essai peut donc bel et bien livrer des informations pertinentes quant au comportement qu'adoptera la colle à carrelage dans la pratique.

Utilisation

Ni les normes 'produit', ni d'autres documents normatifs ne stipulent le domaine d'application des colles à carrelage et des mortiers de jointoiement déformables. C'est la raison pour laquelle le CSTC conseille, dans la NIT 227 relative aux carrelages muraux et dans la NIT 237 sur les revêtements de sol en carreaux céramiques, d'utiliser des mortiers-colles aux caractéristiques optionnelles S1 ou S2, si le carrelage est fortement exposé ou est soumis à des charges importantes (façades et terrasses, sols chauffés ou réfrigérés, p. ex.) et à de grandes différences de températures et à des chocs thermiques.

Enfin, pour l'utilisation de mortiers de jointoiement déformables, il est recommandé de s'informer auprès des producteurs. ■

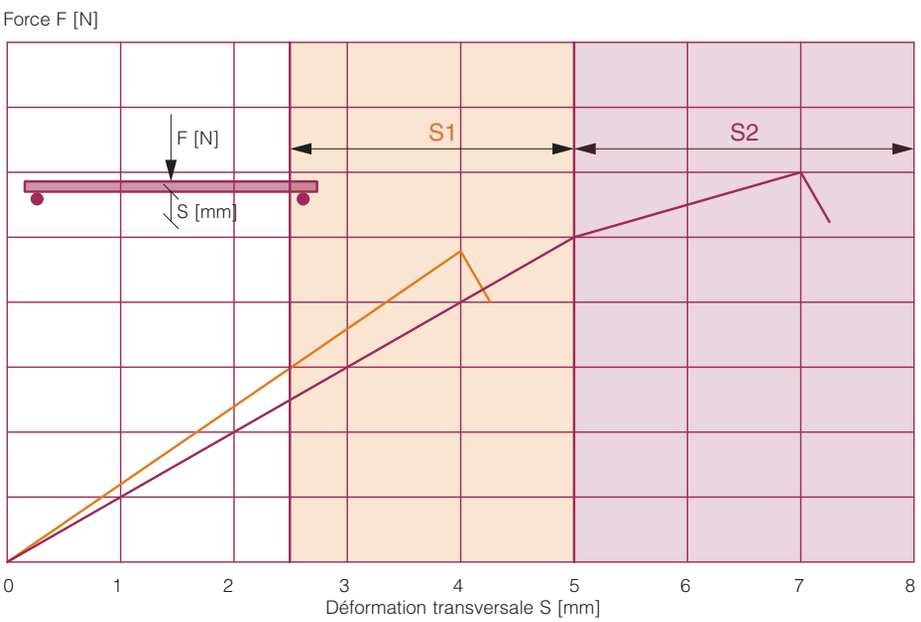


Fig. 3 **Déformation transversale d'une barrette de mortier**

La mesure des débits de ventilation mécanique permet de régler l'installation, mais aussi de démontrer la conformité des débits réellement atteints. Malheureusement, certains instruments de mesure sur le marché ne sont pas suffisamment fiables. Cet article fait le point sur les méthodes de mesure des débits de ventilation mécanique dans les applications de type résidentiel.

Mesurer les débits de ventilation mécanique

✍ *S. Caillou, dr. ir., chef de projet, laboratoire Qualité de l'air et ventilation, CSTC*

Article rédigé dans le cadre du projet OPTIVENT, financé par l'IWT.

Pourquoi mesurer les débits ?

La mesure des débits de ventilation mécanique constitue une étape capitale de la **mise en service d'une installation de ventilation**. En effet, cette mesure est nécessaire pour le réglage de l'installation, c.-à-d. le réglage du ventilateur et des bouches de pulsion ou d'extraction d'air dans les différents locaux et ce, pour atteindre le bon débit au bon endroit !

La mesure des débits permet également de gagner de précieux **points E** dans le cadre de la réglementation PEB (résidentiel uniquement). On peut ainsi gagner entre deux et cinq points, selon le type de système, lorsque l'on peut démontrer que les débits sont correctement réglés.

Choisir le bon instrument de mesure

Il existe plusieurs méthodes de mesure des débits. Une multitude d'instruments sont actuellement disponibles pour chacune d'elle. Une campagne d'essais a été réalisée au CSTC afin d'évaluer les principales méthodes de mesure au niveau des bouches de pulsion et d'extraction. Le tableau ci-dessous donne une vue d'ensemble de ces méthodes ainsi qu'un certain nombre de critères permettant d'en apprécier au mieux les avantages et les inconvénients.

Il en ressort ainsi qu'un **appareil à compensation de pression muni d'une grille stabilisatrice** offre d'excellents résultats, tant au niveau de la fiabilité de la mesure que de la facilité d'utilisation (1). Cette grille est un élément capital permettant de stabiliser le flux d'air et de donner de bons résultats même si le flux est perturbé (flux asymétrique avec, par exemple, une bouche dite à secteur propre, une vitesse d'air localement très élevée, …). Le ventilateur intégré à cet instrument de mesure permet, quant à lui, de compenser la perte de pression crée par l'instrument.

Certaines variantes de cette méthode, **avec compensation de pression, mais sans grille stabilisatrice**, fournissent de moins bons résultats dans certaines conditions (2), en particulier lorsque la bouche de pulsion ou d'extraction est anormalement fermée ou lorsque le flux au niveau de la bouche de pulsion est asymétrique.

La méthode de l'**anémomètre à hélice associé à un cône** est très répandue, mais peut être à l'origine d'erreurs très importantes dans certaines conditions (3).

L'utilisation d'une **petite sonde dans un conduit** (fil chaud ou anémomètre de petite dimension) est envisageable, mais moins pratique (4). Cette méthode peut également être appliquée, à certaines conditions, au niveau des bouches de pulsion et d'extraction. Le cas échéant, on utilise un tronçon de conduit supplémentaire (d'une longueur de 1 m, p. ex.) que l'on connecte au réseau à la place de la bouche. La bouche est ensuite replacée à l'autre extrémité de ce tronçon de conduit. Les conditions d'application et les limites de cette méthode sont expliquées plus en détails dans la version intégrale de cet article. ■

www.cstc.be

Les Dossiers du CSTC 2012/3.12

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

Vue d'ensemble et efficacité des principales méthodes de mesure au niveau des bouches

	Méthode de mesure	Extraction		Pulsion			Prix indicatif [€]	Facilité d'utilisation
		Bouche suffisamment ouverte + instrument centré ou non	Bouche très fermée	Bouche à flux symétrique suffisamment ouverte + instrument centré	Bouche à flux symétrique + instrument non centré	Bouche à flux asymétrique ou bouche très fermée		
1	Compensation avec grille	✓	✓	✓	✓	✓	2500 à 3500	Facile et rapide
2	Compensation sans grille	✓	✗	✓	✓	✗	2500 à 3500	Facile et rapide
3	Anémomètre avec cône	✓	✗	✓	✗	✗	< 1000	Facile et rapide
4	Petite sonde en conduit	✓	✓	✓	Sans objet	✓	< 1000	Moins pratique : calcul requis

Légende
✓ : mesure fiable dans la plupart des cas.
✗ : résultat incorrect ou mesure instable.

Pour concevoir correctement les installations de distribution d'eau sanitaire, il est nécessaire de disposer d'informations pertinentes et récentes concernant les débits de pointe. Ces informations ne sont toutefois pas disponibles à l'heure actuelle en Belgique. Le CSTC a dès lors étudié l'applicabilité des règles de dimensionnement en vigueur à l'étranger dans la construction d'appartements en Belgique.

Consommation d'eau et débits de pointe dans les immeubles à appartements

✍ *B. Bleys, ir., chef de projet, laboratoire Energie durable et technologies de l'eau, CSTC*

Cette étude a été effectuée dans le cadre d'une étude plus vaste menée par notre laboratoire 'Energie durable et technologies de l'eau'. Nous avons tenté de faire l'inventaire des consommations d'eau et débits de pointe dans divers types de bâtiments et ce, tant pour l'eau sanitaire chaude et froide que pour l'eau du circuit secondaire (eaux pluviales ou eau de puits, p. ex.). Les bâtiments étudiés couvraient les habitations, les maisons de repos, les hôpitaux, les bureaux, les écoles, les hôtels, … Les données ainsi recueillies permettront, entre autres, de déterminer le diamètre des conduites ainsi que les moyens de production d'eau chaude sanitaire et de dimensionner les citernes et les pompes d'eau de pluie.

Les **méthodes de dimensionnement** applicables aux conduites (norme allemande DIN 1988-3 de 1988, norme belge NBN EN 806-3 de 2006, spécification française DTU 60.11 de 1988 et méthode néerlandaise ISSO 55 de 2001) sont souvent dépassées et/ou inadaptées aux conditions d'utilisation belges. De plus, les exigences relatives au confort des utilisateurs ont fortement évolué au cours des dernières années (douches à grands débits, jacuzzis, …); les points d'eau deviennent de plus en plus économiques (toilettes avec volume de rinçage restreint et urinoirs sans eau, p. ex.) et l'utilisation de l'eau du circuit secondaire connaît un succès croissant. La pertinence de ces directives est donc remise en question à juste titre.

Les premiers résultats des mesures effectuées dans trois immeubles à appartements sont présentés ci-après. Nous poursuivrons ces mesures durant un certain temps dans le but d'obtenir des statistiques pertinentes et de développer, si nécessaire, une méthode de dimensionnement belge.

Programme d'étude

Nous avons relevé, au cours de l'année 2011, la consommation totale d'eau sanitaire dans trois immeubles à appartements de tailles diverses :

- bâtiment 1 à Louvain-la-Neuve (LLN1) : 56 appartements (dont 43 studios)
- bâtiment 2 à Louvain-la-Neuve (LLN2) : 16 appartements
- bâtiment 3 à Brecht : 7 appartements.

Les bâtiments LLN1 et LLN2 étaient principalement occupés par des étudiants. La consommation d'eau de chaque bâtiment a été relevée toutes les secondes durant au moins un mois. Ces mesures ont été prises à l'aide d'un débitmètre à ultrasons dont le capteur était situé juste après le compteur d'eau. Les capteurs étant placés sur les conduites, les installations n'ont pas dû être modifiées.

L'équipement complet des trois bâtiments (type et nombre de points de puisage) a été inventorié également, car la plupart des méthodes de dimensionnement existantes requièrent ces informations.

Résultats

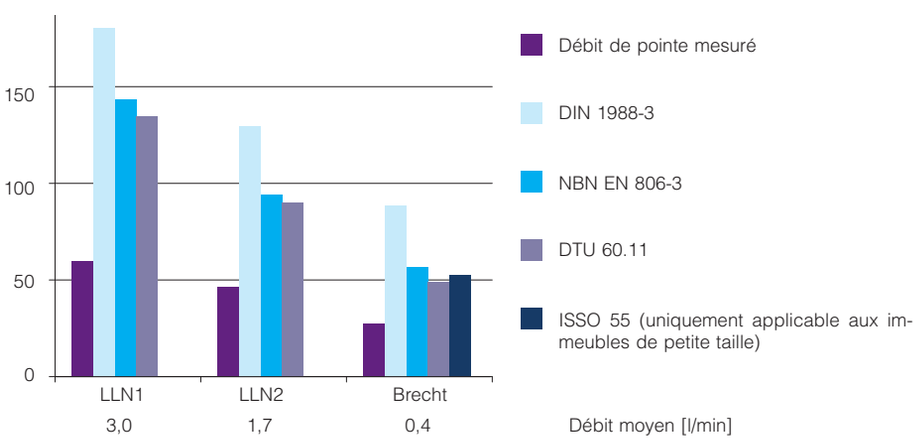
Les résultats des mesures révèlent que :

- les débits relevés présentent d'**importantes fluctuations** : les périodes à faible consommation succèdent à celles à forte consommation (débits de pointe)
- c'est entre 6h30 et 10h et entre 18h et 22h que l'on enregistre les **débits de pointe** les plus élevés, ce qui est caractéristique des immeubles d'habitation. Dans ce type d'immeuble, des débits relativement faibles peuvent en général être mesurés entre 9h et 16h. Toutefois, durant l'étude des bâtiments LLN1 et LLN2, de l'eau a été prélevée presque tout au long de la journée, ce qui peut s'expliquer par l'occupation des lieux par des étudiants.

Le **diagramme** ci-dessous permet de comparer, pour les trois immeubles, les débits de pointe mesurés (les débits maximums enregistrés durant la campagne de mesures) avec les débits de pointe attendus, calculés à l'aide des méthodes de dimensionnement existantes (sur la base de l'équipement présent dans l'immeuble). En outre, le débit moyen pour toute la période de mesure est indiqué pour chaque immeuble. Nous constatons que :

- les directives en vigueur surestiment les débits de pointe des trois immeubles
- la norme DIN 1988-3 est celle qui surestime le plus le débit de pointe
- les débits de pointe mesurés sont 20 à 70 fois supérieurs aux débits moyens.

Il va de soi que des mesures effectuées dans trois bâtiments seulement ne permettent pas d'obtenir des statistiques pertinentes. Bien qu'une période de mesure d'un mois suffise amplement pour observer l'influence des variations hebdomadaires, elle est trop courte pour pouvoir déterminer les variations saisonnières. De plus, certains bâtiments de taille identique ont sans doute des débits de pointe plus élevés. Il est dès lors conseillé de considérer les résultats de ces mesures avec une certaine prudence. ■



Comparaison des débits de pointe mesurés et calculés pour l'eau sanitaire [l/min]

Les matériaux dits superisolants pourraient être promis à un bel avenir. Ainsi, les produits disponibles aujourd'hui sur le marché constituent déjà, pour certaines applications, une solution intéressante par rapport aux isolants traditionnels. Le CSTC ayant récemment organisé à Bruxelles un symposium international sur ce thème, cet article fait le point sur la question.

Les matériaux superisolants, un avenir prometteur ?

✍ *G. Flamant, ir., chef adjoint de la division Energie et bâtiment, CSTC*
F. de Barquin, ir., chef du département Matériaux, technologie et enveloppe, CSTC

Article rédigé grâce au soutien de la Guidance technologique 'Eco-construction et développement durable en Région de Bruxelles-Capitale', subsidiée par InnovIRIS.

Le secteur du bâtiment doit aujourd'hui faire face à des défis majeurs sur les plans énergétiques et environnementaux. L'amélioration du niveau d'isolation thermique de l'enveloppe reste une priorité absolue pour réaliser de substantielles économies d'énergie, non seulement dans les nouveaux bâtiments, mais davantage encore dans les bâtiments existants.

Le renforcement de l'isolation se traduit par des épaisseurs d'isolants traditionnels de plus en plus importantes pouvant atteindre 40 cm pour les bâtiments très performants. Même dans le cas de rénovations, des épaisseurs importantes ne vont pas sans poser un certain nombre de problèmes (perte de surface, fixation de l'isolant, impact sur le mode de construction, détails techniques complexes, contraintes urbanistiques, …) et ce, quelle que soit la technique d'isolation choisie (isolation par l'extérieur, dans la coulisse d'un mur creux ou par l'intérieur). Les matériaux de type superisolant pourraient offrir des possibilités intéressantes à cet égard.

Composition

L'air est un bon isolant thermique (conductivité thermique de 0,025 W/mK). Grâce à l'air qu'ils renferment, les isolants traditionnels atteignent une conductivité thermique, également appelée 'valeur λ', comprise entre 0,040 et 0,045 W/mK.

Outre la possibilité de remplacer l'air contenu dans les pores du matériau par un gaz plus isolant que l'air (la mousse polyuréthane gonflée au pentane, p. ex.), deux techniques permettent de diminuer la valeur λ et d'atteindre des performances superisolantes :

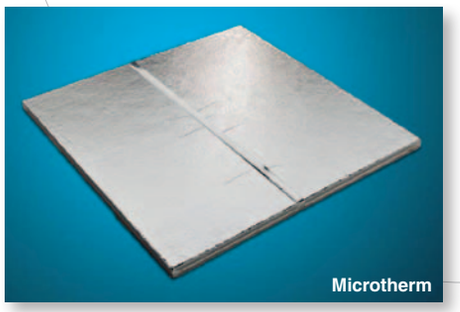
- réduire la taille des pores du matériau à quelques dizaines de nanomètres (10^{-9}m), ce qui permet de diminuer la conductivité thermique de l'air contenu dans les pores. On parle dans ce cas de matériaux superisolants nanostructurés ou nanoporeux (aérogel de silice, p. ex.) à pression atmosphérique
- éliminer l'air contenu dans les pores en créant, dans le matériau, un vide maintenu par une enveloppe étanche. On parle de panneaux isolants sous vide ou de VIP (pour *vacuum insulating panels*). Ceux-ci sont généralement constitués d'une âme nanoporeuse (cf. figure ci-contre).

Les matériaux superisolants sont caractérisés par une conductivité thermique (sensiblement) inférieure (d'un facteur 2 à 5) à celle des matériaux d'isolation traditionnels. Leur épaisseur est ainsi jusqu'à cinq fois plus faible pour une même performance thermique.

Recherches et développements

Plusieurs matériaux superisolants sont déjà disponibles sur le marché. Par ailleurs, de nombreux projets de recherche impliquant les principaux fabricants sont aujourd'hui en cours de réalisation (notamment au niveau européen) et visent, entre autres, à relever les défis suivants :

- réduire le **coût de revient** (en utilisant des matières premières moins onéreuses, en industrialisant le processus de fabrication, …)
- augmenter les **performances thermiques initiales** (c.-à-d. après production et avant une perte de performance due au vieillissement)
- mieux connaître et améliorer la **tenue des produits dans le temps** (durabilité) sous l'effet de la température et de l'humidité (notamment en augmentant la performance d'étanchéité des enveloppes métallisées des panneaux isolants sous vide)
- améliorer les **performances mécaniques**, diminuer la 'fragilité' du matériau et le risque de dégradation, …



Panneau isolant de type VIP

Applications

A l'heure actuelle, l'application de matériaux superisolants est le plus souvent réservée – notamment en raison d'un coût sensiblement plus élevé – aux endroits où la pose d'importantes épaisseurs engendre de réels problèmes de conception et/ou de mise en œuvre. C'est entre autres le cas de l'isolation par l'intérieur ou par l'extérieur des retours de fenêtres (limitée par la largeur du dormant de châssis) ou encore de l'isolation par l'intérieur des parois de locaux dont la surface au sol ne peut être significativement réduite. Ces matériaux sont soit utilisés 'seuls', soit intégrés dans un complexe ou un système permettant de les protéger d'éventuelles altérations (perforation accidentelle, p. ex.) et de faciliter leur mise en œuvre. ■

Envie d'en savoir plus ?

Les panneaux d'isolation sous vide (VIP) ne doivent pas être confondus avec les produits minces réfléchissants (PMR), ces derniers étant caractérisés par une résistance thermique bien plus faible, vu qu'ils ne sont ni nanoporeux ni sous vide. L'évaluation des performances thermiques des PMR a fait l'objet d'un rapport (cf. CSTC-Rapport n° 9).

Un symposium sur les matériaux superisolants s'est tenu le 26 avril 2012 à Bruxelles. Il a été organisé par INIVE EEIG (*International Network for Information on Ventilation and Energy Performance*) en étroite collaboration avec le CSTC et l'institut suisse EMPA (*Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt*). Les présentations sont disponibles en format PDF sur la plateforme BUILD UP, le portail européen pour l'efficacité énergétique des bâtiments, à l'adresse suivante : http://www.buildup.eu/communities/superisol.

La norme NBN S 01-400-1 fixe des critères acoustiques pour les immeubles d'habitation et ce, quel que soit le revêtement de sol mis en œuvre. Néanmoins, ce dernier peut apporter un complément d'isolation acoustique selon sa nature et le type de pose envisagé. Cet article fait le point sur les performances acoustiques des divers revêtements de sol, et plus particulièrement ceux en bois, ainsi que sur les dernières techniques en termes d'isolation acoustique des planchers en bois.

Confort acoustique aux bruits de choc des planchers et revêtements de sol en bois

S. Charron, ir., chef adjoint du laboratoire Bois et coatings, CSTC
M. Van Damme, ing., chef du laboratoire Acoustique, CSTC

Les performances d'isolation aux bruits de choc des planchers sont exprimées par le **niveau de pression pondéré du bruit de choc normalisé $L_{n,w}$**, mesuré en laboratoire. Celui-ci est déterminé en mesurant le niveau de bruit engendré dans le local de réception, situé sous la dalle de test, à l'aide d'une machine à chocs normalisée ([1]). Plus la valeur $L_{n,w}$ est élevée, moins le niveau d'isolation acoustique aux bruits de chocs est bon.

Revêtements de sol en bois sur planchers massifs

Pour une dalle de béton nue, sans revêtement, le niveau $L_{n,w}$ mesuré est de l'ordre de 78 dB. Les revêtements de sol soumis à essai sont mis en œuvre sur cette dalle de référence et la machine à choc est ensuite placée sur le revêtement pour en déterminer la performance d'isolement aux bruits de choc. C'est donc tout le complexe 'dalle-revêtement' qui est caractérisé par ce paramètre $L_{n,w}$. Comme ordre de grandeur, on notera que la performance de niveau de bruit de choc que l'on demande *in situ* (entre deux logements) est de passer sous la barre des 58 dB pour le confort acoustique normal (54 dB pour les chambres à coucher) et sous celle des 50 dB pour le confort acoustique supérieur (ceci à titre indicatif car le paramètre utilisé sur site est proche de celui utilisé en laboratoire, mais ne lui est pas directement comparable) ([1]).

Si l'on examine l'isolement aux bruits de choc apporté par les différents types de revêtements, on constate tout d'abord qu'un **carrelage collé directement sur chape** ne va pratiquement apporter aucune modification du niveau $L_{n,w}$ de la chape nue. Avec des niveaux mesurés de 75 à 79 dB, en fonction de l'épaisseur et du type de carreau, on reste en effet proche des 78 dB mesurés sur la chape seule. L'interposition d'une **membrane de désolidarisation** adaptée (sous-couche de pose) directement sous le carrelage permet de ramener ce niveau de bruit autour de 67 dB. Ce niveau représente une amélioration significative par rapport à celui obtenu avec un carrelage en pose collée traditionnelle. Cette technique est donc intéressante, notamment en rénovation, où elle permettra de limiter les nuisances quand les solutions structurelles (c.-à.-d. une chape flottante) sont impossibles à mettre en œuvre. Néanmoins, au sens de la norme, c'est bien la structure seule qui est censée empêcher la propagation des bruits de choc, pas le revêtement et/ou son système de pose.

Pour les **parquets massifs et semimassifs collés**, la plage de performances est beaucoup plus large : leur niveau $L_{n,w}$ se situe entre 67 et 78 dB. C'est en réalité le choix du type de colle qui va permettre de gagner plusieurs décibels sur la performance mesurée (cf. figure 1). Relativement peu de données sont disponibles sur le gain d'isolement aux bruits de choc apporté par les colles pour parquet. Ceci s'explique par le fait que pour pouvoir tester le niveau $L_{n,w}$ d'un parquet collé sur un plancher, il est justement nécessaire de le coller sur la dalle de référence d'un laboratoire, ce qui pose, par la suite, des problèmes pour l'enlèvement de l'échantillon sans engendrer de dégâts au laboratoire.

Le CSTC a profité de la transition entre ses anciennes cellules de mesure et son nouveau laboratoire acoustique pour effectuer une série de tests sur différentes colles juste avant la démolition des anciennes dalles de test. Les mesures ont été réalisées sur des échantillons identiques (parquet massif de 14 mm, qualité rustique A), dans une même cellule de mesure, avec un même équipement, la seule variable étant le type de colle utilisé. Les tests ont montré que les meilleurs résultats ($L_{n,w}$ = 67 dB) étaient obtenus avec une colle de type polyuréthane monocomposant et les valeurs les moins bonnes ($L_{n,w}$ = 73 dB) avec une colle de type MS polymère. Entre ces deux extrêmes, on retrouve, autour de 69 dB, les colles de type polyuréthane bicomposant et dispersion.

Fig. 1 La nature de la colle a une réelle influence sur l'isolement aux bruits de choc des planchers

Bien que ces essais aient été réalisés sur un échantillonnage réduit, ils ont mis en évidence que l'amélioration du confort acoustique n'était pas seulement liée au caractère souple, voire très souple des colles, mais bien à leurs propriétés intrinsèques (composition propre de la colle). Le choix d'une colle par rapport à une autre devra donc se faire sur la base des données fournies par le fabricant.

En ce qui concerne les **revêtements stratifiés en pose flottante**, les valeurs obtenues en laboratoire sont très bonnes ($L_{n,w}$ de 58 à 52 dB). Cependant, ces très bonnes performances ne sont pas reproductibles en situation réelle car, en laboratoire, deux facteurs liés

([1]) 'Isoler les planchers massifs contre les bruits de choc' dans Les Dossiers du CSTC 2007/3.10.

Fig. 2 **Chape flottante, dite sèche, composée d'un matériau résilient et de panneaux de support destinés à recevoir le revêtement de sol**

aux conditions de montage (normatives) favorisent l'isolement aux bruits de choc. Le premier est lié à la taille réduite de l'échantillon, trop faible pour un développement correct des effets en basses fréquences, le second est lié au fait que l'échantillon n'est pas chargé (alors qu'il le sera par les meubles et les occupants en situation réelle). La nouvelle norme NBN EN ISO 10140, décrivant ce type d'essai en laboratoire, demande désormais d'effectuer les tests sur des échantillons plus grands, éventuellement chargés. On devrait donc voir apparaître dans le futur des résultats plus proches des valeurs attendues in situ. A noter également que ces échantillons sont testés en laboratoire sur des planchers lourds et que les valeurs obtenues ne sont pas du tout comparables lorsqu'ils sont mis en œuvre sur des planchers légers.

Finalement, les deux types de revêtements qui apportent une réelle amélioration de l'isolement aux bruits de choc sont les **revêtements résilients** et surtout les **revêtements de sol textiles**. Pour ces deux catégories, la règle est simple : plus ces revêtements sont souples et épais, plus l'isolement aux bruits de choc est important, avec des valeurs pouvant descendre jusqu'à un niveau $L_{n,w}$ de 53 dB pour les vinyles et de 45 dB pour certaines moquettes. On notera qu'à l'inverse, des revêtements très minces et moins souples n'apportent quasiment aucune amélioration par rapport à la valeur mesurée sur la chape.

Isolation acoustique des planchers en bois

Comme évoqué plus haut, la norme NBN S 01-400-1 impose que l'isolement aux bruits de choc soit réalisé par **la structure même du bâtiment**, c'est-à-dire le complexe composé du plancher portant et de la chape éventuelle et qu'il soit donc indépendant du revêtement de sol. Pour les constructions massives, la technique de la chape flottante apporte une réponse concrète à cette exigence ([1]). Pour les planchers en bois, il sera nécessaire d'aller techniquement plus loin pour passer sous la barre des 58, 54 et 50 dB, valeurs imposées en fonction de la situation comme niveaux de bruit de choc maxima entre logements (mesurés sur site). Car si le point de départ pour une dalle de béton avant la mise en œuvre de la chape flottante est en laboratoire une valeur $L_{n,w}$ de 78 dB, celle-ci monte à 92 dB sous un plancher en bois (cf. figure 3). Un traitement par le dessus est donc nécessaire, mais insuffisant. Il doit être complété par un traitement du bas du plancher formant ainsi, avec le revêtement de base (souvent constitué de panneaux à base de bois cloués ou vissés aux gîtes), un système 'trois couches'.

En termes de traitement structurel **par le dessus** du plancher, on pourra envisager une chape flottante traditionnelle ([1]) ou une chape flottante dite sèche (cf. figure 2). Cette dernière existe sous forme industrielle, généralement composée alors d'une couche de 10 ou 20 mm de laine minérale de haute densité encollée à deux plaques de fibres de plâtre de 10 mm chacune. A ce propos, des tests récents sur huit produits différents ont indiqué une plage de seulement 2 dB de variation entre les valeurs mesurées pour chacun des échantillons et donc une efficacité comparable entre ceux-ci. Cette chape flottante sèche peut également être réalisée 'par couches', sur la base de la combinaison d'un matériau résilient et d'un panneau de sol destiné à recevoir le revêtement. Les tests ont révélé un faible écart entre les résultats obtenus lorsqu'à sous-couche identique, on modifie la nature du panneau de sol. Les meilleurs résultats ont néanmoins été obtenus avec les panneaux les plus lourds de la série, soit ceux à base de fibres de plâtre. En termes de nature du résilient sous le panneau de sol, des tests comparatifs ont été effectués en modifiant uniquement celle-ci tout en conservant un même panneau de sol. Les matériaux étudiés étaient des matelas à base de laine minérale, de fibres de bois, de flocons de caoutchouc, de polyuréthane et de polyéthylène. Cinq décibels seulement séparent le meilleur résultat du moins bon. L'épaisseur du résilient joue davantage un rôle que la nature de celui-ci. On obtient, par contre, des résultats bien meilleurs (8 à 10 dB) lorsque le résilient se présente sous forme de plots plutôt que de panneaux ou de matelas.

En ce qui concerne le traitement du plancher **par le dessous**, c'est surtout la désolidarisation du plafond suspendu qui jouera ici un rôle : on gagne ainsi en laboratoire près de 20 dB avec un plafond suspendu composé de deux plaques de plâtre fixées sur une ossature métallique découplée de la structure (cf. figure 4), comparativement à un plafond suspendu monté sur un contre-lattage en bois fixé rigidement au gîtage ([2]). On complétera la composition du plancher par le remplissage d'un absorbant (à cellules ouvertes) sur au moins 10 cm de l'épaisseur des gîtes. ■

Fig. 3 **Puisque un plancher en bois ne peut rester apparent entre deux habitations, un plafond suspendu devra compléter l'isolation acoustique**

Fig. 4 **Plafond suspendu fixé sur une ossature métallique indépendante de la structure**

([2]) 'L'isolation acoustique des planchers en bois (Pratique)' dans CSTC-Magazine 2001/1.

La norme NBN EN 12464-1, norme de référence sur l'éclairage des lieux de travail intérieur, a fait l'objet d'une révision et une nouvelle édition a été publiée en octobre 2011. Cette norme porte une attention toute particulière au confort visuel. Celui-ci ne se définit maintenant plus uniquement sur la base d'un éclairement de la tâche à réaliser, mais prend en compte l'environnement en y imposant certaines exigences nouvelles.

Révision de la norme sur l'éclairage des lieux de travail intérieurs

✍ *A. Deneyer, ir., chef du laboratoire Lumière et bâtiment, CSTC*

Article rédigé dans le cadre de l'Antenne Normes 'Energie 2012', soutenue par le SPF Economie

La norme NBN EN 12464-1, orientée 'application', donne des informations et des recommandations sur le confort visuel et la qualité de l'éclairage. Aucune recommandation ni prescription relative aux luminaires ne s'y trouve renseignée, ces aspects étant traités dans les cahiers des charges, souvent en se référant à la norme NBN EN 60598-1 'Luminaires – Partie 1 : exigences générales et essais'.

Cette nouvelle édition de la norme permet aux concepteurs et prescripteurs de définir des **critères de confort visuel** plus objectifs pour les lieux de travail intérieur. Elle fixe des exigences au niveau de la tâche visuelle et de l'environnement. Celles-ci portent sur :

- l'éclairement à maintenir (E_m)
- l'uniformité (U_o)
- le taux d'éblouissement unifié limite (UGR_L)
- l'indice de rendu des couleurs (R_a).

Exigences relatives à l'éclairage des locaux scolaires

Zones à éclairer	Eclairement (E_m)	Uniformité (U_o)	Taux d'éblouissement unifié (UGR_L)	Indice de rendu des couleurs (R_a)
Zone de circulation	100 lx	0,4	25	80
Salle de classe	300 lx	0,6	19	80
Salle de classe pour adultes	500 lx	0,6	19	80
Salle de classe de musique	300 lx	0,6	19	80
Salle de dessin technique	750 lx	0,7	16	80
Réfectoire	200 lx	0,4	22	80

L'**éclairement à maintenir** (E_m), exprimé en lux [lx], représente la quantité d'énergie lumineuse qui arrive en un point. Plus le niveau d'éclairement est élevé, plus l'occupant percevra de petits détails. Typiquement, des niveaux de 500 lx seront recommandés pour les bureaux. Dans les écoles, une différence sera faite entre les classes accueillant des enfants, où 300 lx seront recommandés, et les classes accueillant des adultes, où 500 lx seront imposés.

Eclairement et uniformité à maintenir dans une salle de classe

L'**uniformité** (U_o), définie comme le rapport de l'éclairement minimum à l'éclairement moyen, est le reflet de l'homogénéité de l'éclairement. La valeur exigée est fonction de la tâche visuelle à exécuter. Typiquement, pour un bureau ou une salle de classe, elle sera fixée à 0,6.

Le **taux d'éblouissement unifié** ou *unified glare rating* (UGR) caractérise l'éblouissement d'une installation d'éclairage artificiel. Plus la valeur de l'UGR est élevée, plus l'éblouissement est élevé. Typiquement, pour un point de vue donné, une valeur d'UGR inférieure à 16 correspond à un risque d'éblouissement très faible et une valeur supérieure à 28 à un éblouissement insupportable pour l'œil humain.

L'**indice de rendu des couleurs** (R_a), chiffré entre 0 et 100, représente la capacité d'une couleur à apparaître 'vraie'. Plus la valeur de l'indice de rendu des couleurs est élevée, mieux les couleurs seront rendues. La valeur de recommandée est souvent de 80, sauf pour des applications particulières telles que les salles de cours de dessin et d'art, où il sera fixé à 90.

Ces recommandations doivent donc être prises en compte dès le stade de la conception afin d'opérer un choix judicieux des luminaires et de leur emplacement. Ces éléments doivent être clairement spécifiés dans les documents contractuels. ■

www.cstc.be

Les Dossiers du CSTC 2012/3.16

La version intégrale de cet article, qui traite plus en détails des diverses exigences de la norme NBN EN 12464-1 et détaille les nouvelles notions introduites telles que l'éclairement cylindrique et le modelé, sera prochainement disponible sur notre site Internet.

Trop souvent, l'entrepreneur est confronté à l'urgence. En ne se donnant pas le temps de préparer ses chantiers, il risque de perdre beaucoup de temps en cours d'exécution sur des événements qui auraient pu être anticipés ou mieux optimisés dès le départ. L'adage est bien connu : une perte de temps est souvent synonyme de perte d'argent. La préparation du chantier est donc un processus opérationnel important pour l'entreprise (cf. Infofiche 32).

La préparation de chantier : une nécessité

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

Afin d'aider l'entreprise à améliorer la préparation de ses chantiers, la division 'Gestion, qualité et techniques de l'information' vous propose une Infofiche reprenant bon nombre d'actions à effectuer avant de débuter les travaux, à savoir :

- les démarches préliminaires
- la préparation administrative
- la géolocalisation
- la préparation technique
- les mesures relatives à la sécurité et à l'environnement
- la planification des travaux
- l'installation du chantier
- le choix judicieux des ressources
- les budgets prévisionnels et le tableau de bord
- le choix des objectifs et la gestion des risques.

Les mesures à prendre relèvent notamment des domaines technique, organisationnel, administratif et humain. A titre d'exemple, l'installation du chantier étant une étape importante, les éléments suivants doivent être pris en considération :

- la représentation du terrain actuel et des ouvrages à réaliser
- l'installation des clôtures (type, hauteur, moyens d'accès au chantier)
- les moyens de prévention contre le vol sur chantier
- la représentation des moyens de levage
- les zones d'intendance (baraques de chantier, WC, …)
- la localisation des conduites de chantiers (eau, électricité, …), du stockage du matériel et des matériaux, des zones éventuelles de préfabrication, de tri des déchets
- les schémas de circulation (du personnel, des véhicules, du matériel et des matériaux). ■

PREP

www.cstc.be

INFOFICHE 62

L'Infofiche dont il est question dans cet article sera prochainement disponible sur notre site Internet. Vous pourrez y télécharger l'application C PREP© qui reprend une checklist des différentes tâches à effectuer pour préparer vos chantiers.

C FACT© : UN NOUVEL OUTIL DE GESTION POUR LES ENTREPRISES

La nouvelle application C FACT© peut être téléchargée à partir de notre site Internet (www.cstc.be/go/cpro).

C FACT© offre les fonctionnalités suivantes :

- récupérer l'offre établie sur l'application C PRO© ou via Excel©
- introduire les tâches et quantités de postes réalisés durant la période
- calculer les montants réalisés durant cette période
- calculer les révisions de prix (si applicable)
- déclarer une créance.
- imprimer et transmettre l'état d'avancement
- facturer et effectuer le suivi de la facturation.

FACT

L'Infofiche 52.9 fournira un complément d'informations concernant l'utilisation de l'application C FACT© et le calcul des révisions de prix.

Nouvel état | Ajouter poste | Supprimer dernier état | Modifier indices

ETATS D'AVANCEMENT & FACTURATION: Etat — C FACT© - CSTC - version 12.1

Chantier: Jumet — Etat: 2 — du 01/02 au 15/02

Numéro de poste	Description des travaux et fournitures	Code rév.	Type de marché	Unité	Quantité Prévue	Quantité Exécutée Précédente	Quantité Exécutée Actuelle	Quantité Exécutée Total	Prix unitaire	Montant Prévu	Montant Exécuté Précéd.	Montant Exécuté Actuelle	Montant Exécuté Total
1	Installation de chantier		fft	pc	1,00	1,00			2.899,50	2.899,50	2.899,50	0,00	2.899,50
2	Charpente		Qp	m³	2,50	3,00			1.627,80	4.069,50	4.883,40	0,00	4.883,40
3	Sous toiture		qp	m²	250,00	230,00	30,00	260,00	34,35	8.587,50	7.900,50	1.030,50	8.931,00
4	Couverture		qp	m²	250,00	0,00	260,00	260,00	324,10	81.025,00	0,00	84.266,00	84.266,00
5	Bardage		qp	m²	84,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Vu et approuvé,

Fait à ,
Vu et approuvé,

9/08/2012

Montant prévu	96581,50
Montant période précédente	15683,40
Montant période actuelle	85296,50
Montant à réviser	85296,50
Montant non révisable	0,00
Montant travaux exécutés	100979,90

Chantier: Jumet — Etat: 1 — du 01/01 au 31/01

Formations du CSTC

Placeurs de portes résistant au feu
- Les 13, 20 et 27 septembre et le 4 octobre 2012, de 17h00 à 20h00, CSTC, avenue Pierre Holoffe 21, 1342 Limelette.

Le nœud constructif au cœur du bâtiment hautement performant (journée thématique FEGC-CSTC CT Gros œuvre)
- Le 23 octobre 2012, de 8h30 à 17h00, auditorium des Moulins de Beez, rue du Moulin de Meuse 4, 5000 Beez (Namur).
- Le 13 novembre 2012, de 8h30 à 17h00, Confédération Construction, rue du Lombard 42, 1000 Bruxelles.

Informatique et construction. Savez-vous planter des clou(d)s ? Quels outils en ligne pour l'entrepreneur ?
- Le 20 novembre 2012, de 16h30 à 19h00, auditorium des Moulins de Beez, rue du Moulin de Meuse 4, 5000 Beez (Namur).

Nouvelles techniques de chauffage
- Le 18 septembre 2012, de 9h30 à 16h30, Centre Format PME, rue Saucin 66, 5032 Les Isnes (Gembloux).

Conception, installation et entretien des systèmes de ventilation mécanique double flux
- Le 23 octobre 2012, de 9h30 à 16h30, Centre Format PME, rue Saucin 66, 5032 Les Isnes (Gembloux).

Construire étanche à l'air
- Le 20 novembre 2012, de 9h30 à 16h30, Centre Format PME, rue Saucin 66, 5032 Les Isnes (Gembloux).

Cours d'hiver 2012-2013

La session 2012-2013 des cours d'hiver (de janvier à avril 2013) sera consacrée à deux thèmes phares :
- les constructions en bois
- les toitures plates.

2012/3

PUBLICATIONS

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

Pour tout renseignement, appelez le 02/529.81.00 (de 8h30 à 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

CSTC

BRUXELLES

Siège social
Rue du Lombard 42
B-1000 Bruxelles

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

ZAVENTEM

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

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

publications
tél. 02/529 81 00
fax 02/529 81 10

LIMELETTE

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

recherche et innovation
laboratoires
formation
documentation
bibliothèque

HEUSDEN-ZOLDER

Centre de démonstration et d'information
Marktplein 7 bus 1
B-3550 Heusden-Zolder
tél. 011/22 50 65
fax 02/725 32 12

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