



Une édition du Centre scientifique et technique de la construction

Trimestriel – N° 19 – 5^e année – 3^e trimestre 2008

N° 3/2008

Sommaire

Dépôt : Bruxelles X – Numéro d'agrégation : P 404010

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

Editeur responsable : Carlo De Pauw
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

Actualité – Evènements

- Le CSTC met ses Comités techniques à l'honneur 2
- CSTC & SPF Economie 'on the road' 2

Comités techniques

- Fillers calcaires : quel avenir dans les bétons ? 3
- Le point sur les directives pour l'application de l'Eurocode 7 et sur les activités en matière de géotechnique 4
- Une NIT sur les chaudières à condensation 5
- Application de systèmes de peinture intumescente sur structures en acier 6
- Mortiers de jointoiement pour carreaux céramiques 7
- Les menuiseries extérieures et la sécurité des personnes 8
- Rénover une toiture, c'est l'isoler 9
- Maîtrise de la légionelle : quelle longueur pour le branchement en amont du robinet ? 11
- Tolérances dimensionnelles des menuiseries extérieures et intérieures 12
- Tolérances relatives aux enduits intérieurs 13
- Le cintrage des revêtements minces de façade en marbre 14
- Calcul du prix de revient et augmentation des coûts 15
- Adaptabilité 15

Agenda

16

A l'heure où le CSTC s'apprête à souffler ses 50 bougies, nos regards restent tournés vers l'avenir. Posant à tout moment son empreinte sur nos vies (habitations, bureaux, écoles, hôpitaux, ...), la construction est activement impliquée dans les solutions à apporter aux défis socio-économiques, tels le réchauffement climatique, le vieillissement de la population, ... Pour ce faire, le secteur peut s'appuyer sur l'expertise et l'infrastructure du Centre et de ses Comités techniques.

Les Comités techniques du CSTC sont composés d'entrepreneurs, mais également d'industriels, de représentants des pouvoirs publics, d'auteurs de projets, ... et sont encadrés par des ingénieurs-animateurs.

Chaque comité oriente directement les programmes de recherche, ce qui garantit une adéquation aussi étroite que possible entre les besoins spécifiques du secteur concerné et les activités du Centre. La recherche collective ne trouve-t-elle pas sa pleine raison d'être lorsqu'elle répond aux besoins du plus grand nombre ou les anticipe ?

Le CSTC met ses Comités techniques à l'honneur

De même, les Notes d'information technique (NIT) sont souvent établies par des groupes de travail créés à l'initiative d'un ou de plusieurs Comités techniques. Grâce à cette démarche, qui permet de bénéficier d'un vaste panel de spécialistes et de praticiens du secteur, les NIT sont à la fois proches des réalités du terrain et novatrices quant aux solutions proposées.

A n'en pas douter, le futur ne se construira pas sans le soutien du Centre et de ses Comités techniques. Le magazine CSTC-Contact s'appuiera dorénavant sur cette logique en ventilant ses rubriques selon les thèmes couverts par les principaux Comités techniques. Devant le florilège d'articles que vous découvrirez dans les pages qui suivent, vous en serez convaincus : l'avenir est à portée de main. ■



LA QUALITÉ AU CSTC

L'une des missions du CSTC est de contribuer à l'amélioration permanente de la qualité dans la construction. Engagé depuis toujours dans la démarche qualité au sein de sa propre organisation, le Centre s'est vu récemment accrédité ISO 9001 pour un certain nombre de ses activités, dont la réalisation d'essais dans le cadre de développements ou d'avis techniques, et l'organisation de conférences dispensées par son personnel.

CSTC & SPF Economie "on the road"

S'il est incontestable que les professionnels de la construction sont exposés à l'afflux de **normes européennes** et **réglementations** toujours plus contraignantes, il n'en reste pas moins vrai que celles-ci sont souvent moteurs d'innovations, ce qui implique pour leurs auteurs la nécessité d'en protéger la propriété industrielle. Or, les besoins de **sensibilisation** et d'**information** des professionnels en la matière sont bien réels, tant il est vital que l'ensemble des partenaires, y compris les entreprises de toute taille, puissent se comprendre et, donc, disposer des mêmes outils.



Forts de ce constat, le Service public fédéral 'Economie' et le CSTC ont pris l'initiative d'organiser, les **7, 8, 9, 15 et 16 octobre 2008**, dans les cinq provinces de Wallonie, une tournée de présentation sur le thème des normes, STS, NIT, labels volontaires (ATG, BENOR) ou obligatoires (marquage CE), brevets, ...

Programme

Afin de prendre en compte les spécificités de chacun des partenaires à l'acte de construire, il a été décidé de scinder les séances d'information et de les organiser de la manière suivante :

- **l'évènement de l'après-midi**, à l'intention des architectes, fabricants, ingénieurs-conseils, maîtres d'œuvre, ... , s'articulera autour d'une série d'exposés thématiques et de stands mis à leur disposition pour répondre à leurs questions spécifiques
- **l'évènement de la soirée**, à l'intention des entrepreneurs de construction ressortissant au CSTC, proposera un programme très diversifié et attractif afin d'assurer le succès de ce rendez-vous.

Les professionnels de la construction établis dans la Région de Bruxelles-Capitale sont invités à participer aux activités organisées dans le Brabant wallon ou le Brabant flamand. Nous les informons d'ores et déjà qu'une manifestation de clôture couplée aux 50 ans du CSTC se tiendra à Bruxelles au début de l'année 2009.

Lieux

Liège	Hainaut	Brabant wallon	Namur	Luxembourg
07.10.2008	08.10.2008	09.10.2008	15.10.2008	16.10.2008
Château du Val Saint-Lambert (Seraing)	Château de Beloeil (Beloeil)	Château du Lac (Genval)	Palais des Congrès (Namur)	Hôtel Quartier Latin (Marche-en-Famenne)

Inscription

Pour vous inscrire, visitez notre site Internet à l'adresse suivante : www.cstc.be/go/roadshow

Pour plus d'informations, envoyez-nous un e-mail à info@bbri.be ou téléphonez-nous au 02/716.42.11



Centre scientifique et technique
de la construction



Service public fédéral Economie, P.M.E.,
Classes moyennes et Energie

Les fillers calcaires font actuellement l'objet du projet FILLTECH, lequel réunit le CSTC, le Centre 'Terre et Pierre' et le département ArGEnCo de l'Université de Liège. Ce projet partiellement financé par la Région wallonne vise à étudier les possibilités et les limites d'utilisation de ces produits comme constituants du béton.



✍ J. Piérard, ir., conseiller technologique (*) et chef de projet, laboratoire 'Technologie du béton', CSTC
F. Michel, ir., ingénieur de projet, département ArGEnCo, secteur GeMME, ULg

(*) Guidance technologique 'Mise en œuvre des bétons spéciaux', subsidiée par la Région wallonne.

La poussière émanant de l'exploitation de la roche calcaire est appelée 'filler calcaire'. En Wallonie, sa production est aujourd'hui estimée à près d'un million de tonnes par an. L'importance de cette production peut s'expliquer par l'activité sans cesse croissante du secteur carrier. Dans la plupart des cas, ces poussières ne sont pas exploitées. Leur incorporation dans un matériau de construction tel que le béton revêt dès lors un intérêt particulier tant sur le plan économique que sur le plan environnemental. C'est dans le but d'étudier la faisabilité d'une telle voie de valorisation que le projet FILLTECH a été initié.

RESSOURCES DISPONIBLES

Les carrières de calcaire en activité couvrent une large partie du territoire wallon. La roche calcaire qu'elles exploitent est utilisée pour la production de granulats, de chaux ou de pierres ornementales.

Les fillers calcaires obtenus dans le secteur de production de la chaux sont des produits

Tableau 1 Fillers calcaires sélectionnés pour l'étude (panel représentatif de la production wallonne).

Filler calcaire	Procédé de production		Secteur d'activité	Critères de sélection
F1	Procédé en voie sèche	Criblage	Chaux	Filler calcaire pur (riche en calcite)
F2				Filler calcaire pur, distribution granulométrique bimodale
F3	Procédé en voie humide	Séchage / Criblage	Granulats	Présence d'argile, de quartz et de sulfates
F4		Sciage / Polissage	Pierres ornementales	Finesse élevée
F5		Lavage	Granulats	Présence d'argile
F6				Présence d'argile, de dolomite et de sulfates

principalement secs et particulièrement riches en calcite (CaCO_3 , > 95 %). En raison de leur grande pureté, et par conséquent de la constance de leur composition, ils font déjà l'objet d'une commercialisation dans des domaines aussi variés que la verrerie, l'agro-alimentaire, l'industrie pharmaceutique, les bétons et les enrobés bitumineux.

Les fillers résultant du travail de la pierre ornementale, bien que très riches en calcite, ne sont actuellement pas valorisés et sont considérés comme des sous-produits industriels. C'est également le cas de la plupart des fillers issus du secteur de production des granulats calcaires. Ces derniers peuvent, par contre, contenir des éléments contaminants en quantité variable.

FILLERS CALCAIRES ÉTUDIÉS

Six fillers calcaires de caractéristiques physico-chimiques représentatives de ce que l'on trouve dans les sols wallons ont été sélectionnés (cf. tableau 1). Dans le cas des fillers récupérés à l'état humide (boues de sciage ou de lavage), une méthodologie de séchage combinée à un broyage des particules agglomérées a été mise au point. Le traitement préalable des échantillons se justifiait par le fait que, dans une centrale à béton, les fillers sont plus facilement stockés, en silo, à l'état sec qu'à l'état humide. Cependant, à la suite de l'analyse économique qui a mis en évidence l'importance des coûts liés à la phase de séchage, il a également été décidé d'évaluer les possibilités d'utilisation des fillers sous une forme plus ou moins diluée.

LA PROBLÉMATIQUE DE LA DEMANDE EN EAU

L'eau dans le béton joue un double rôle : elle est nécessaire pour hydrater le ciment, mais aussi pour assurer la maniabilité du béton à l'état frais. En général, l'augmentation de la quantité de particules fines dans un béton accroît la demande en eau pour le maintien de son ouvrabilité, puisqu'il faut davantage d'eau pour enrober et donc lubrifier les grains. Dans la mesure où cet ajout d'eau se fait au détri-

Fig. 1 Secteurs d'activité dont sont issus les fillers calcaires.

Production de granulats



Travail de la pierre ornementale



ment des résistances mécaniques du béton, et que les superplastifiants (adjuvants fluidifiants) sont des produits relativement onéreux pouvant conduire à des effets secondaires en cas de surdosage, il convient de limiter le besoin en eau des fillers calcaires.

Dans le cas particulier des fillers riches en calcite, la finesse des particules joue un rôle, bien que limité, sur cette caractéristique. Pour les fillers issus des autres secteurs, l'étude a démontré que la contamination par des particules argileuses actives (mise en évidence par un essai d'adsorption du bleu de méthylène) était le paramètre prédominant. L'argile est en effet responsable de la mobilisation d'une partie de l'eau de gâchage nécessaire à l'ouvrabilité du béton.

LE CONCEPT DU COEFFICIENT K : APPLICABLE AUX FILLERS CALCAIRES ?

Pour garantir une durée de vie suffisante aux ouvrages en béton, des exigences sont imposées à sa formulation, à savoir le respect d'un dosage minimal en ciment et d'un rapport maximal eau/ciment. Lorsque des additions minérales, dites à caractère hydraulique ou pouzzolanique, sont incorporées dans les bétons, elles participent aux réactions d'hydratation de la matrice cimentaire. C'est ainsi que la normalisation actuelle sur les bétons – la norme européenne NBN EN 206-1 et son

supplément belge NBN B 15-001 – autorise la prise en compte de certaines additions pour le respect des exigences relatives à la formulation du béton. Cette pratique se fait via l'introduction d'un 'coefficient k' qui quantifie l'activité liante de l'addition minérale et permet de déterminer la quantité d'addition qui participe aux réactions d'hydratation, au même titre que le ciment. Les additions concernées sont les cendres volantes, les fumées de silice et les laitiers moulus de haut fourneau.

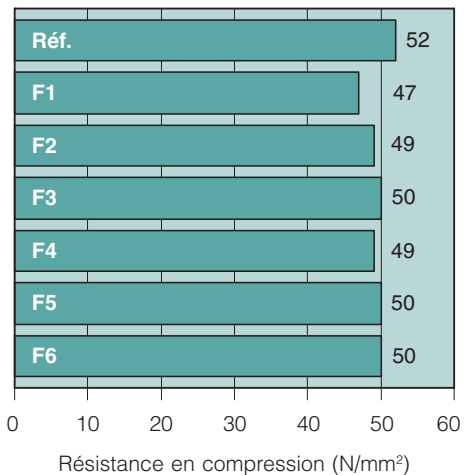
En ce qui concerne les fillers calcaires, la situation est très différente. Malgré plusieurs études qui s'accordent sur le fait que les fillers calcaires contribuent au durcissement du béton, le concept du coefficient k n'est pas encore d'application ni en Belgique ni au niveau européen. En France, par contre, la norme NF EN 206-1 associe un coefficient k de 0,25 à certains fillers calcaires lorsqu'ils sont utilisés avec un ciment Portland de type CEM I.

Concrètement, lorsque les exigences de durabilité liées au lieu d'utilisation du béton indiquent un dosage en ciment d'au moins 320 kg par m³ de béton, l'usage d'un coefficient k de 0,25 permet de réduire cette quantité de 25 kg, en cas d'ajout de 100 kg de filler calcaire. Les essais réalisés sur les bétons additionnés des six fillers calcaires indiquent que les pertes de résistance en compression par rapport au béton sans filler sont négligeables à faibles (cf. figure 2).

LA DURABILITÉ DES BÉTONS : UNE PROPRIÉTÉ ESSENTIELLE

S'il est prouvé que l'application du coefficient k permet d'obtenir une équivalence des résistances mécaniques, les performances de durabilité doivent également être vérifiées. En effet, il ne serait pas acceptable que l'ajout de fillers calcaires conduise à une dégradation prématurée de l'élément en béton, à la suite

Fig. 2 Résistance en compression du béton de référence sans filler (Réf.) et des bétons additionnés de chacun des six fillers calcaires (F1 à F6).



notamment de phénomènes de carbonatation et de pénétration d'ions chlorure (tous deux étant nuisibles à la corrosion des armatures) ou de l'exposition aux cycles de gel-dégel.

Une attention particulière doit aussi être apportée au risque de dégradation du béton par des sulfates, induite par la formation de sels expansifs tels que la thaumasite, le gypse et l'ettringite secondaire. Ces produits expansifs, formés dans la pâte de ciment durcie, entraînent des tensions internes pouvant conduire à une fissuration, voire un éclatement du béton. La probabilité de voir se produire ce type de dégradation augmente si des fillers calcaires sont utilisés, car ces produits sont essentiellement constitués de carbonate de calcium CaCO₃ dont les ions interviennent dans les réactions de formation de la thaumasite.

Ces différents aspects sont en cours d'étude dans le cadre du projet FILLTECH. ■



www.cstc.be
LES DOSSIERS DU CSTC N° 3/2008

La version longue de l'article, prochainement disponible sur notre site, examinera en détails les principaux résultats obtenus dans le cadre de ce programme de recherche.



LE POINT SUR LES DIRECTIVES POUR L'APPLICATION DE L'EUROCODE 7 ET SUR LES ACTIVITÉS EN MATIÈRE DE GÉOTECHNIQUE

Directives pour l'application de l'Eurocode 7 en Belgique

La version finale de la première partie des 'Directives pour l'application de l'Eurocode 7 en Belgique' est depuis peu disponible sur le site internet du projet TIS 'Techniques spéciales de fondation' (www.tis-sft.wtcb.be). Ce document présente le dimensionnement géotechnique à l'état ultime de pieux sous charge axiale de compression.

Ces directives sont applicables dès aujourd'hui dans notre pays et seront évaluées en 2009, et adaptées si besoin est. Dans ce contexte, un formulaire d'évaluation a été créé et est téléchargeable à l'adresse citée précédemment.

Participation aux Comités techniques ISSMGE TC 17 'Ground Improvement' et ISSMGE ETC 3 'Piles'

Via le TIS-SFT, le CSTC s'implique également de manière active dans les travaux de quelques Comités techniques de la Société internationale de mécanique des sols et de la géotechnique, à savoir les ISSMGE TC 17 'Ground Improvement' et ISSMGE ETC 3 'Piles'. Pour de plus amples informations quant aux activités de ces Comités techniques (réunions, évènements, publications, ...), veuillez consulter les sites www.bbri.be/go/tc17 et www.bbri.be/go/etc3.

La chaudière à condensation est un générateur de chaleur à très haut rendement dont les possibilités d'application sont fréquemment sous-estimées. Ainsi considère-t-on souvent à tort que ce type d'appareil ne peut être raccordé à un système de distribution équipé de radiateurs et conçu pour fonctionner à haute température. Afin de dissiper tous les préjugés sur cette technologie, le CSTC a décidé d'y consacrer une NIT.



✍ O. Vandooren, ing., J. Schietecat, ing.,
K. De Cuyper, ir., et C. Delmotte, ir.,
CSTC

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le principe de fonctionnement d'une chaudière à condensation est assez simple. Si comme tout type de chaudière, celle-ci produit de la chaleur en brûlant un combustible, elle en tire profit de manière plus efficace en refroidissant les gaz de combustion via un échangeur de chaleur spécifique au sein duquel ceux-ci se croisent avec l'eau de retour. Grâce à ce principe de fonctionnement, il est possible en toutes circonstances de récupérer 2 à 3 % de plus de la chaleur sensible des gaz de combustion (qui, à défaut, disparaît via la cheminée). Le rendement d'une chaudière à condensation sera par conséquent toujours supérieur à celui d'une chaudière standard ou à basse température et ce, même en l'absence de condensation.

Dans une chaudière à condensation, l'objectif est toutefois de refroidir les gaz de combustion jusqu'en-dessous de leur point de rosée de façon à pouvoir également récupérer la chaleur

latente, libérée au moment de la condensation. Ainsi, la chaudière peut récupérer jusque 12 % de plus de la chaleur (sensible et latente) des gaz de combustion.

Pour optimiser le fonctionnement d'une chaudière à condensation, il est en d'autres termes essentiel que :

- la température de l'eau de retour soit la plus basse possible de façon à permettre un refroidissement accru des gaz de combustion. Pour ce faire, la chaudière doit de préférence être reliée à un système d'émission de chaleur fonctionnant à basse, voire très basse température (chauffage par le sol, murs chauffants, ...)
- la température de l'eau de retour soit plus basse que le point de rosée des gaz de combustion pour effectivement atteindre la condensation.

Le processus de condensation peut également être facilité en relevant le point de rosée des gaz de combustion. A cette fin, il faut régler le brûleur de manière à ce que la combustion se produise avec un excès d'air minimal pour une teneur en CO₂ maximale.

UN RENDEMENT SUPÉRIEUR À 100 %

Etant donné qu'auparavant il n'était pas question de condensation des gaz de combustion (vu les risques de corrosion), le rendement maximal (100 %) des chaudières ne pouvait en théorie être atteint que si la totalité de la chaleur

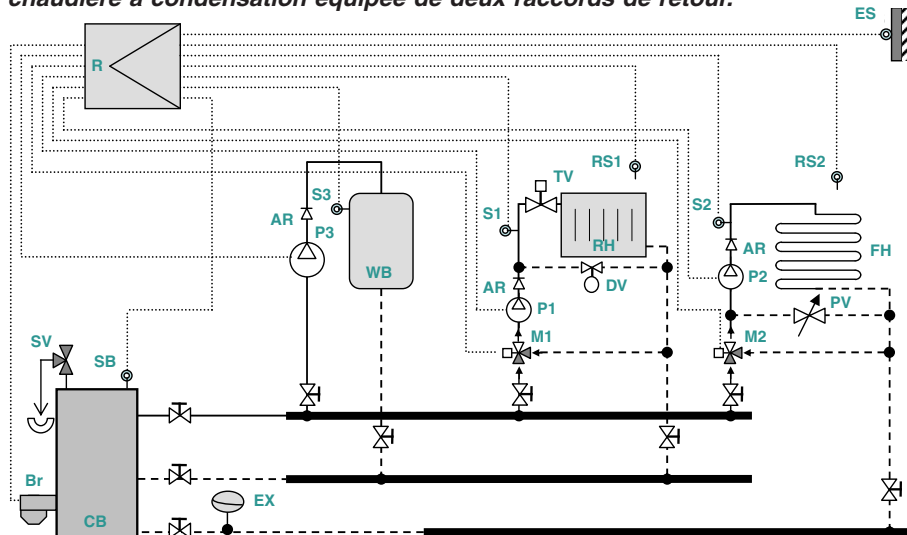
sensible produite par la combustion était récupérée. Cette façon de déterminer le rendement (sur la base du pouvoir calorifique inférieur du combustible) perdurant encore aujourd'hui, le rendement maximal des chaudières à condensation peut dépasser les 100 %, sachant que ces dernières récupèrent également la chaleur latente. Ainsi, certaines chaudières au gaz affichent un rendement de 108 % par rapport au pouvoir calorifique inférieur, ce qui correspond en fait à un rendement de 97,4 % par rapport au pouvoir calorifique supérieur.

En raison de leur meilleure performance énergétique, les chaudières à condensation devraient toujours avoir la préférence, même lorsqu'il s'agit de remplacer une chaudière existante reliée à une installation fonctionnant à haute température (80/60 °C, p. ex.).

SCHÉMAS HYDRAULIQUES

Le choix et la conception du circuit hydraulique sont fondamentaux pour optimiser les performances énergétiques de l'installation de chauffage. A titre d'exemple, la figure 1 se rapporte à une installation collective, munie de radiateurs et d'un système de chauffage par le sol, couplée à une chaudière à condensation (avec deux raccords de retour) avec production d'eau chaude sanitaire par accumulation. ■

Fig. 1 Exemple de raccordement hydraulique d'une installation collective à une chaudière à condensation équipée de deux raccords de retour.



www.cstc.be

La nouvelle NIT 235 sur les chaudières à condensation sera bientôt consultable en ligne sur www.cstc.be.

AR : clapet antiretour
Br : brûleur
CB : chaudière à condensation
DV : soupape de pression différentielle
ES : sonde extérieure
EX : vase d'expansion
FH : chauffage par le sol
M1, M2 : vannes mélangeuses
P1, P2, P3 : pompes (circulateurs)
PV : by-pass avec vanne de réglage
R : régulateur
RH : chauffage par radiateurs
S1, S2, S3 : sondes (capteurs)
SB : aquastat de la chaudière
SV : soupape de sécurité
TV : vanne thermostatique
WB : ballon de stockage d'eau chaude
RS1, RS2 : sondes d'ambiance

A la demande du secteur, le Comité technique 'Peinture, revêtements souples pour murs et sols' a créé un groupe de travail début 2007 en vue d'élaborer une Note d'information technique consacrée à l'application des systèmes de peinture intumescente sur les structures en acier.



✍ Y. Martin, ir., chef de division adjoint, division 'Matériaux', CSTC

1 DOMAINE D'APPLICATION ET OBJECTIFS

Les systèmes de peinture intumescente sont destinés à prolonger la stabilité des structures en acier lors d'un incendie. Sous l'effet de la chaleur, ces peintures gonflent et forment une mousse assurant une protection au feu par des effets d'isolation thermique et de refroidissement.

Un code de bonne pratique pour l'application de ce type de peinture faisant défaut, la future NIT accordera une importance toute particulière aux aspects liés à leur mise en œuvre. Elle fournira également les références et méthodes permettant de déterminer les épaisseurs de peinture intumescente à appliquer pour garantir la durée de stabilité au feu requise.

2 ZOOM SUR LA MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre du système de peinture comprend la préparation de surface, l'application de la peinture primaire, de la peinture intumescente et éventuellement de la peinture de protection et/ou de finition.

L'application peut se faire *in situ* ou en atelier, bien que, dans ce dernier cas, des retouches et finitions soient à prévoir sur le chantier.

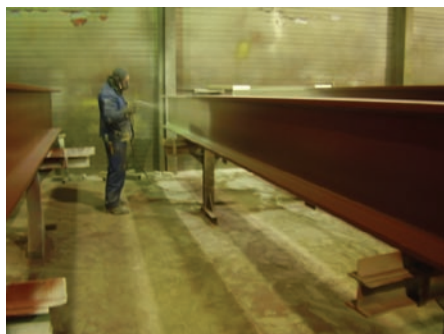


Fig. 1 Application de la peinture primaire au pistolet.

Application de systèmes de peinture intumescente sur structures en acier

2.1 CONDITIONS HYGROMÉTRIQUES

Lors de l'application des différentes couches, il convient de s'assurer que les conditions hygrométriques se situent dans les limites imposées par le fabricant de peinture. Trois paramètres jouent ainsi un rôle : la température de l'air ambiant, le taux d'humidité relative de l'air et la température de la surface de l'acier.

2.2 APPLICATION DE LA PEINTURE PRIMAIRE

En règle générale, l'application d'une peinture primaire s'avère nécessaire. Le choix et l'application de cette couche doivent se faire conformément aux instructions du fabricant. Il importe en effet que la peinture primaire soit compatible avec la peinture intumescente, tant à températures ambiantes qu'à températures élevées en situation d'incendie.

Dans tous les cas, la surface traitée sera parfaitement continue, exempte de toute dégradation et agents contaminants pouvant nuire à la bonne adhérence entre la peinture intumescente et la peinture primaire. L'applicateur veillera également à respecter le temps de séchage de cette couche avant l'application des couches suivantes.

2.3 APPLICATION DE LA PEINTURE INTUMESCENTE

L'applicateur du système de peinture se charge de la mise en œuvre conformément aux prescriptions fournies par le fabricant : épaisseurs requises, conditions hygrothermiques de pose, temps de séchage, ... On distingue, d'une part, l'épaisseur du feuil (aussi désigné par le terme 'film') humide et, d'autre part, l'épaisseur du feuil sec.

L'épaisseur requise du feuil sec correspond à une épaisseur minimale et dépend entre autres de la durée de stabilité au feu requise, de la massivité du profilé et de sa température critique. Elle se mesure à l'aide d'un équipement approprié en s'assurant que les épaisseurs sè-



Fig. 2 Mesure de l'épaisseur d'un feuil humide.

ches de la peinture primaire et de la peinture de finition soient déduites des mesures. Pour des durées de stabilité au feu de 30 et de 60 minutes, ces épaisseurs se situent dans une plage d'environ 200 à 4000 microns. Elles peuvent être supérieures pour des durées plus importantes ou des profilés peu massifs.

La mesure de l'épaisseur du feuil humide permet à l'applicateur de mettre en œuvre la quantité de peinture de manière contrôlée. En effet, le fabricant peut fournir des proportions indicatives entre l'épaisseur du feuil humide et du feuil sec (diminution de l'épaisseur à la suite du séchage). L'épaisseur du feuil humide se mesure à l'aide d'une jauge d'épaisseur.

2.4 APPLICATION DE LA PEINTURE DE PROTECTION ET/OU DE FINITION

La peinture de protection, qui peut également jouer le rôle de peinture de finition, est destinée à abriter la peinture intumescente des agressions extérieures et permet de garantir la durabilité du système, sans toutefois empêcher le bon fonctionnement de la peinture intumescente. ■

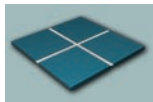


www.cstc.be

LES DOSSIERS DU CSTC N° 3/2008

Pour plus d'informations à ce sujet, nous vous renvoyons à la version intégrale de cet article (www.cstc.be).

Bien que la norme de produit NBN EN 13888 ne nécessite pas l'apposition du marquage CE, les désignations relatives aux performances des mortiers de jointolement fabriqués en usine font leur apparition. L'usage visé dans la norme, tant intérieur qu'extérieur, concerne aussi bien les sols que les murs. Cette norme définit les caractéristiques et spécifie les valeurs d'exigences performancielles de ces produits, mais ne formule aucune spécification ni recommandation quant à la conception ou la mise en œuvre.



✍ Y. Grégoire, ir-arch., chef de division adjoint, division 'Matériaux', CSTC

1 LES MORTIERS DE JOINTOLEMENT

Les mortiers de jointolement sont destinés à remplir les joints entre tous types de carrelages, à l'exception des joints de mouvement. Comme le montre le tableau 1, les mortiers sont répartis en deux grands types selon la nature du liant. A chaque type correspond un symbole repris dans la désignation du mortier. Il est à noter que les différents types ont des caractéristiques spécifiques, associées à des méthodes d'essai spécifiques.

2 SPÉCIFICATIONS ET DÉSIGNATIONS

Les spécifications dépendent du type de produit. Un mortier est désigné en fonction de la nature du liant (CG ou RG). Les mortiers à base de ciment peuvent être répartis en deux classes : la classe 1 pour un mortier normal, la classe 2 pour un mortier amélioré (cf. tableau 1). Les produits mis sur le marché doivent clairement comporter, sur les emballages et/ou dans la documentation technique, les informations relatives à la fabrication, au type et

Tableau 1 Types de mortiers, répartis selon la nature du liant.

Type	Composition	Désignation
Mortier à base de ciment CG	Mélange de liants hydrauliques, de granulats et d'additifs organiques et inorganiques	CG1 : mortier normal CG2 (ou CG2WAr) : mortier amélioré CG2W : mortier amélioré avec absorption réduite d'eau CG2Ar : mortier amélioré avec forte résistance à l'abrasion
Mortier à base de résine réactive RG	Mélange de résines synthétiques, de granulats et d'additifs organiques et inorganiques, durcissant par réaction chimique	RG : mortier normal

à la classe du mortier (cf. tableau 1) ainsi que le mode d'emploi.

2.1 SPÉCIFICATIONS RELATIVES AUX MORTIERS À BASE DE CIMENT (CG)

Les exigences minimales liées aux caractéristiques fondamentales d'un mortier à base de ciment correspondent à la désignation CG1 (cf. tableau 2). A la satisfaction de ces caractéristiques fondamentales peut s'ajouter le respect d'exigences sur des caractéristiques additionnelles.

Il n'existe pas de spécification pour la déformation transversale testée selon la norme NBN EN 12002 lors d'un essai de flexion. Le producteur peut déclarer la valeur à titre d'information complémentaire.

2.2 SPÉCIFICATIONS RELATIVES AUX MORTIERS À BASE DE RÉSINE RÉACTIVE (RG)

Les exigences liées aux caractéristiques fondamentales d'un mortier à base de résine réactive correspondent à la désignation RG (cf. tableau 2).

Ces mortiers sont généralement utilisés lorsqu'une résistance chimique est recherchée. Dès lors, une information peut être donnée concernant le comportement du mortier au contact de produits agressifs (chimiques) susceptibles de survenir lors de l'utilisation de la surface. L'essai, suivant la norme NBN EN 12808-1, simule les conditions de service et d'exposition prévues, mais il n'existe pas de valeur limite. ■



www.cstc.be

LES DOSSIERS DU CSTC N° 3/2008

Cet article, dont la version intégrale paraîtra bientôt sur www.cstc.be, a été rédigé dans le cadre de l'Antenne Normes 'Bétons, mortiers et granulats' (www.normes.be).

Tableau 2 Spécifications relatives aux mortiers de jointolement.

Caractéristiques	Exigences			Méthode d'essai
	Fondamentales CG1	Additionnelles CG2W et/ou Ar	Fondamentales RG	
Résistance à l'abrasion (mm ³)	≤ 2000	≤ 1000 (Ar)	≤ 250	NBN EN 12808-2
Flexion (N/mm ²) / Compression (N/mm ²) 'sec'	≥ 3,5 / ≥ 15	≥ 3,5 / ≥ 15	≥ 30 / ≥ 45	NBN EN 12808-3
Flexion (N/mm ²) / Compression (N/mm ²) 'après gel'	≥ 3,5 / ≥ 15	≥ 3,5 / ≥ 15	–	
Retrait (mm/m)	≤ 2	≤ 2	≤ 1,5	NBN EN 12808-4
Absorption d'eau après 30 minutes (g) / après 240 minutes (g)	≤ 5 / ≤ 10	≤ 2 / ≤ 5 (W)	– / ≤ 0,1	NBN EN 12808-5

L'architecture actuelle a souvent recours à de grandes baies vitrées équipées de menuiseries extérieures dont la hauteur équivaut à celle des étages. Ces ouvrages sont particuliers dans la mesure où leur conception doit intégrer la sécurité des personnes. Le présent article traite du choix du verre conformément à la NBN S 23-002.



✍ E. Dupont, ing., chef de service adjoint, service 'Spécifications', CSTC
V. Detremmerie, ir., chef de projet, laboratoire 'Eléments de toitures et de façades', CSTC

Dans le cas des menuiseries extérieures, assurer la sécurité des personnes consiste à prendre en compte le risque de chute dans le vide (par défenestration ou basculement) lorsque la menuiserie remplit une fonction de garde-corps, mais également le risque de blessure au contact d'éclats tranchants, p. ex. Il est bien entendu que la notion de sécurité des personnes doit être appréciée en fonction d'un usage 'normal' ou 'normalement prévisible' des ouvrages. Ceci exclut toute prise de risque volontaire et délibérée de la part des usagers.

1 LE CONTEXTE NORMATIF

La diversité des vérifications à effectuer nous oblige à tenir compte de différentes normes et spécifications :

- la norme NBN S 23-002 indique le verre à utiliser (*float*, feuilleté, trempé) et résulte de la mise à l'enquête publique des STS 38, aujourd'hui devenues caduques
- la norme NBN EN 1991-1-1 spécifie la valeur des actions statiques en fonction de la catégorie d'utilisation du bâtiment
- le projet de norme prNBN B 25-002-1 précise quelles sont les actions dynamiques à prendre en compte sur les menuiseries et résulte de la mise à l'enquête publique des STS 52.0.

Dans un rapport à paraître prochainement, le CSTC se propose de coordonner le contenu de ces différents documents de référence, de faire la synthèse des exigences en fonction des conditions de projet et de les compléter afin de permettre une évaluation et une interprétation univoques.

2 LE CHOIX DU VITRAGE

Les critères de choix du vitrage sont stipulés dans le tableau 5 de la norme NBN S 23-002 (reproduit intégralement dans l'article long

Les menuiseries extérieures et la sécurité des personnes

prochainement disponible sur www.cstc.be). Huit types d'application différents y sont envisagés. Ceux-ci sont définis sur la base de caractéristiques telles que la nature et l'inclinaison de la paroi vitrée (paroi verticale, porte, toiture, ...), la hauteur de chute et celle de l'allège éventuelle ainsi que l'activité prévue de part et d'autre du vitrage. Le type de vitrage à mettre en œuvre selon le cas est, quant à lui, spécifié de la manière suivante :

- B = verre feuilleté sans autre précision (un PVB ⁽¹⁾ suffit, minimum 33.1)
- C = verre trempé
- 2B2 = verre feuilleté composé de deux épaisseurs de verre et d'un PVB = protection contre les blessures
- 1B1 = verre feuilleté composé de deux épaisseurs de verre et de deux PVB (minimum 33.2) = protection contre les chutes dans le vide et les blessures
- 1C- = verre trempé (minimum 4 mm) = protection contre les blessures
- A = verre qui n'est pas de sécurité, verre *float* recuit, durci, trempé chimiquement.

Pour un certain nombre de bâtiments tels que les maisons d'habitation, il est possible, dans certains cas, de ne pas recourir à un vitrage de sécurité (et d'autoriser un verre de type A). Le cas échéant, il convient de prouver que le vitrage ne casse pas à la suite d'un essai de choc. Par ailleurs, un verre feuilleté peut toujours remplacer un verre trempé, mais non l'inverse. Dans le cas d'un vitrage isolant, lorsqu'un des deux vitrages est trempé, l'autre doit également être un vitrage de sécurité (trempé ou feuilleté).

L'article complet proposera une série d'exemples courants, tels que ceux représentés à la

figure 1, et développera pour chacun d'eux la marche à suivre pour procéder au choix correct du vitrage.

Si l'on s'attarde plus particulièrement à la menuiserie X de la figure 1, il y a lieu de considérer que celle-ci est composée d'une allège menuisée fixe et vitrée d'une hauteur de 0,9 m surmontée d'une partie fixe également vitrée. La hauteur de chute h_c ⁽²⁾ est supérieure à 1,5 m.

En ce qui concerne l'allège, le cas 2 du tableau 5 de la norme précitée est d'application.

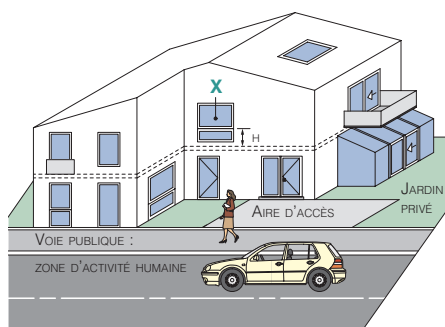
Pour le choix de la vitre intérieure, on considère que les locaux du bâtiment relèvent de la catégorie A du tableau (habitations, bâtiments résidentiels). Sachant qu'il n'y a pas de protection permanente de type garde-corps ni à l'extérieur, ni à l'intérieur, la vitre intérieure concernée doit être un verre 1B1, autrement dit un verre feuilleté composé de deux épaisseurs de verre et de deux PVB (minimum 33.2). Il n'existe pas d'autre possibilité.

Quant à la vitre extérieure du même volume, aucun choc ne pouvant provenir de l'extérieur, le choix du verre est normalement libre.

En ce qui concerne la partie fixe située au-dessus de l'allège, nous sommes dans le cas 3 du tableau précité, ce qui signifie qu'aucun verre de sécurité n'est exigé, ni à l'intérieur, ni à l'extérieur, puisque le bord inférieur du vitrage se trouve à une hauteur \geq à 0,9 m par rapport au sol.

Pour conclure, précisons également que la nouvelle norme ne spécifie rien à propos des remplacements occasionnels. Si le vitrage doit être remplacé après un accident et qu'il est évident que la situation est dangereuse en elle-même, nous conseillons néanmoins de respecter les prescriptions de la nouvelle norme. ■

Fig. 1 Bâtiment résidentiel : exemples types de menuiseries extérieures.



(1) Intercalare constitué par un film en matière synthétique.

(2) La hauteur de chute h_c est la hauteur comprise entre le niveau du sol en contrebas et le niveau haut de la feuillure du vitrage, en cas d'éléments fixes, ou du dormant en cas d'éléments ouvrants.

Le constat est sans appel : l'enquête socio-économique menée en 2001 par l'INS, l'Institut national des statistiques, démontre que le toit d'un tiers des logements de notre pays n'est pas isolé thermiquement. Par ailleurs, les toitures concentrent à elles seules près de 20 % des déperditions calorifiques totales des maisons individuelles et plus encore lorsqu'il s'agit de maisons mitoyennes.



✍ O. Vandooren, ing., chef du département 'Communication et Gestion', CSTC

Compte tenu de la croissance vertigineuse du prix de l'énergie et du rôle sociétal que chacun doit jouer pour combattre le réchauffement climatique, le potentiel d'amélioration est énorme ... en particulier pour qui souhaite rénover sa toiture. En plus d'être étanche à la pluie, celle-ci doit être correctement isolée. En outre, il ne s'agit pas seulement d'assurer le confort des occupants en hiver mais également en été. Le rôle de l'entrepreneur, souvent seul à conseiller son client dans le cadre de travaux de rénovation, est donc capital.

CHOIX DE L'ISOLANT ET DE SON ÉPAISSEUR

Nombre d'isolants thermiques de nature et de forme diverses sont aujourd'hui disponibles sur le marché. Leur propriété fondamentale se caractérise par leur résistance thermique (ex-

Tableau 1 Valeurs U_{max} selon les réglementations thermiques régionales et valeurs R_{min} correspondantes.

Valeurs à respecter	Région de Bruxelles-Capitale	Région flamande	Région wallonne
U_{max} (W/m ² K)	0,3	0,4	0,3
R_{min} (m ² K/W)	3,33	2,5	3,33

primée en m²K/W), autrement dit leur résistance au passage de la chaleur.

La plupart des matériaux isolants agissant essentiellement sur les échanges par conduction, leur résistance thermique R (m²K/W) est directement proportionnelle à leur épaisseur d (m) et inversement proportionnelle à la conductivité thermique du matériau constitutif λ (W/mK) : $R = d/\lambda$ (m²K/W).

Dans une toiture, qu'elle soit plate ou inclinée, la résistance thermique totale R_{tot} se calcule en

additionnant les résistances thermiques individuelles de chacune des couches la constituant ainsi que les résistances d'échange à la surface intérieure et extérieure. Le coefficient de transmission thermique (valeur U) de la toiture est alors simplement l'inverse de la résistance thermique totale : $U = 1/R_{tot}$ (W/m²K).

Les réglementations thermiques régionales en vigueur imposent des valeurs U maximales (cf. tableau 1) à ne pas dépasser, et ce pour les différentes parois de l'enveloppe du bâtiment (toiture, murs extérieurs, etc.). L'octroi



PRODUITS MINCES RÉFLÉCHISSANTS

Même posé de façon optimale, un produit mince réfléchissant (PMR) associé à deux lames d'air non ventilées de 2 cm d'épaisseur (soit une épaisseur totale de \approx 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. En d'autres termes, ces produits seuls ne permettent pas de satisfaire aux exigences d'isolation thermique des toitures. Plus d'informations sur www.cstc.be – Rapport n° 9.

Tableau 2 Recommandations quant à l'isolation d'une toiture existante.

Travaux	Toiture inclinée	Toiture plate
réalisés par l'intérieur	Le complexe 'pare-vapeur – isolation complémentaire' est rapporté en sous-face de la structure et/ou dans l'épaisseur de cette dernière.	Technique généralement déconseillée (cf. Infofiche n° 26).
réalisés par l'extérieur	<ul style="list-style-type: none"> L'isolant est posé par l'extérieur dans l'épaisseur de la structure existante (après démontage de l'ancienne couverture). Le cas échéant, lorsqu'il y a lieu d'assurer l'étanchéité à l'air du complexe toiture, un pare-vapeur peut être rapporté par l'extérieur avant la pose de l'isolant (*). et/ou Un système d'isolation (panneaux sandwich, toiture Sarking, p. ex.) est rapporté par l'extérieur en veillant particulièrement à l'étanchéité à l'air des divers raccords (parties courantes, pieds de versant, rives, p. ex.). Cette technique offre le double intérêt de pouvoir, au besoin, disposer d'un support continu pour la pose du pare-vapeur et de rendre aisée la correction des ponts thermiques éventuels (têtes de mur non isolées, p. ex.). 	<p>CONSERVATION DE LA FONCTION D'ÉTANCHÉITÉ DE LA MEMBRANE EXISTANTE</p> <p>Lorsque la hauteur des rives et des relevés de l'étanchéité le permettent (moyennant une éventuelle adaptation) et que le support est suffisamment résistant, l'isolant (XPS – polystyrène extrudé) peut être posé sur la toiture et lesté (toiture inversée). Le cas échéant, il y a lieu de prendre en compte le risque d'humidification de l'isolant dans le calcul de l'épaisseur à mettre en œuvre (cf. tableau 3).</p>
		<p>POSE D'UNE NOUVELLE MEMBRANE D'ÉTANCHÉITÉ</p> <p>La membrane d'étanchéité existante peut être maintenue (en fonction de son état) et jouer le rôle de pare-vapeur pour l'isolant complémentaire rapporté (cf. Infofiche n° 26) (*).</p>

(*) Lorsqu'un pare-vapeur est intégré entre deux épaisseurs d'isolant et en l'absence de tout autre pare-vapeur performant, la résistance thermique de l'isolant situé au-dessus doit être au moins 1,5 fois supérieure à celle de l'isolant situé en-dessous.

Rénover une toiture, c'est l'isoler

de primes ou de déductions fiscales dans le cas de travaux de rénovation est également lié au respect d'une résistance thermique minimale. Dès lors, le choix d'un isolant s'effectue avant tout sur la base de ses performances thermiques identifiées principalement par sa conductivité thermique (λ). De cette dernière dépendra effectivement l'épaisseur à mettre en œuvre, critère généralement déterminant dans le cadre de travaux de rénovation lors desquels les espaces intérieurs disponibles sont souvent réduits.

Le positionnement de l'isolant dans le complexe toiture, et notamment la présence de fixations mécaniques traversantes ou, plus encore, de pièces de bois interrompant à distances régulières la couche d'isolation (chevrons, p. ex.) sont également de nature à influencer l'épaisseur requise. Il en va de même du risque d'humidification dans des conditions normales d'utilisation (toiture plate avec isolation inversée, p. ex.). A titre d'information, le tableau 3 mentionne les épaisseurs d'isolant permettant de satisfaire aux exigences réglementaires en vigueur. Les caractéristiques des isolants considérées sont celles stipulées dans la nouvelle norme NBN B 62-002 ainsi que dans la base de données 'Produits' PEB reconnue par les trois Régions du pays et disponible en ligne sur www.epbd.be.

ÉTANCHÉITÉ À L'AIR ET MISE EN ŒUVRE

Ne nous trompons pas : il n'y a pas d'isolation thermique performante sans étanchéité à l'air et ce, quelles que soient la composition du complexe toiture et la nature de l'isolant. Laissez l'air froid extérieur et le vent s'infiltrer au travers du complexe toiture ou l'air chaud intérieur faire de même par convection et vous perdrez une partie importante du bénéfice de l'isolation thermique mise en œuvre. Pour éviter d'en arriver là, appliquez les principes suivants :

- réduisez au maximum la présence de couches d'air ou d'espaces vides dans le complexe toiture afin d'empêcher l'air d'y circuler (cf. Infofiche n° 24)
- veillez à ce qu'au moins une des couches du complexe toiture soit étanche à l'air, en soignant tout particulièrement les raccords avec les éléments susceptibles de provoquer des discontinuités (charpente, pannes, percements, ...). Pour les structures légères que sont généralement les toitures inclinées dont la couverture n'est, elle-même, pas étanche à l'air, cette exigence requiert un soin tout particulier lors de la mise en œuvre du pare-vapeur, lequel assure également la fonction d'étanchéité à l'air (cf. Cahier n° 9 des Dos-









siers du CSTC 3/2007). Dans certains cas, le choix d'une sous-toiture capillaire et/ou très perméable à la diffusion de vapeur (panneaux à base de fibres de bois, p. ex.) peut s'avérer opportun lorsqu'il s'agit de limiter le risque d'écoulement des eaux de condensation.

Bien que chaque intervention dans le cadre d'une rénovation ait ses spécificités, certaines recommandations peuvent être formulées lorsqu'il y a lieu d'améliorer l'isolation thermique d'une toiture existante (cf. tableau 2, p. 9).

CONCLUSIONS

Aujourd'hui, plus personne ne peut demeurer indifférent au combat que nous avons à mener contre le réchauffement climatique. Les toitures se trouvent ainsi plus que jamais sous les feux des projecteurs tant elles constituent des supports de choix pour les systèmes solaires de tout type (panneaux solaires, cellules photovoltaïques, ...). N'oublions toutefois pas l'essentiel : avant de produire de l'énergie propre, veillons à en limiter les besoins. L'énergie la moins chère est également celle que l'on ne consomme pas. Le message à faire passer à quiconque souhaite rénover sa toiture est donc simple : on n'isole jamais de trop ! ■

Tableau 3 Epaisseur (en cm) d'isolant nécessaire (arrondie au cm supérieur) pour répondre aux exigences réglementaires, en fonction de la nature de l'isolant et de son emplacement dans le complexe toiture.

Matériaux isolants	Toiture inclinée				Toiture plate (°)/inclinée		Toiture plate (chaude et inversée) (°)	
	Fermettes ou chevrons de largeur ≤ 35 mm		Charpente traditionnelle ou chevrons de largeur ≥ 50 mm (°)		Fixations mécaniques			
								
Laine minérale (panneaux, matelas)	14-19	10-14	7-12	5-7	15-19	11-14	11-16	8-12
Polystyrène expansé (plaques)	14-19	10-14	7-12	5-7	13-19	10-14	11-16	8-12
Polystyrène extrudé (plaques)	13-18	10-13	7-10	4-6	–	–	13-22 (toiture inversée)	10-16 (toiture inversée)
Mousse de polyuréthane (plaques)	12-15	9-11	5-8	3-5	10-14	7-10	8-11	6-9
Mousse phénolique (plaques)	11-18	9-13	5-10	3-6	10-17	7-13	7-15	6-11
Verre cellulaire (plaques)	16-21	12-15	9-13	6-8	15-20	11-15	12-18	9-13
Perlite expansée (plaques)	20-22	15-16	13-14	8-9	(°) Dans un souci de simplification, les résistances thermiques de la couche de pente éventuelle et du support n'ont pas été prises en compte dans les calculs. (°) Les épaisseurs indiquées dans ces colonnes sont celles à considérer lorsqu'il s'agit de compléter une isolation existante sans spécifications connues (λ par défaut), disposée entre des chevrons de 6 cm de hauteur. Cette isolation (supposée) continue peut être rapportée par l'intérieur ou par l'extérieur (voir tableau 2).			
Cellulose (panneaux)	15-22	11-16	9-14	6-9				
Liège (panneaux)	19	14	12	7				
Cellulose (soufflée)	16-33	12-24	10-26	7-18				
Fibres végétales ou animales (panneaux)	22	16	14	9				
Fibres végétales ou animales (vrac)	33	24	26	18				

Le CSTC mène depuis décembre 2006 une étude prénormative concernant la problématique de la légionelle. Le but est, d'une part, d'élaborer des normes et des codes de bonne pratique pour les analyses de risques, l'établissement de plans de gestion, le prélèvement d'échantillons d'eau et leur analyse. L'étude porte, d'autre part, sur la mesure des aérosols contaminés et examine le bien-fondé des mesures antilégionelles préconisées à l'heure actuelle.



✍ *K. De Cuyper, ir., chef de la division 'Equipements techniques et automatisation', CSTC*

Une des mesures de maîtrise consiste à limiter à 5 m la longueur des conduits entre le système de distribution d'eau chaude sanitaire et les points d'eau. En réduisant ainsi le volume d'eau (environ 1 litre pour un tuyau en cuivre de diamètre DN 18), on minimise en effet les risques d'infection induits par un développement de légionelles dans des canalisations d'eau (dont la température est comprise entre 25 et 45 °C).

Si les conduits sont plus longs, le volume d'eau est évidemment plus important et les risques de contamination augmentent pour une concentration en légionelles identique.

Ce raisonnement repose sur l'hypothèse d'une absence totale de germes de légionelle dans l'eau circulant dans le système de distribution et d'une quantité de germes minimale après un passage dans des canalisations contaminées.

La réduction de la longueur des canalisations a toutefois des répercussions sur l'implantation de l'équipement sanitaire, puisqu'elle restreint fortement les possibilités du concepteur. Il importe dès lors que l'architecte en tienne compte lors de la réalisation des plans, afin d'éviter que l'installateur ne soit confronté par la suite à des problèmes insurmontables.

Il nous a donc semblé opportun de faire la pleine lumière sur l'efficacité de cette mesure de lutte contre la légionelle. Pour ce faire, nous avons contrôlé le degré de contamination d'une eau saine après son passage dans une canalisation infectée.

Si aucun enrichissement n'est constaté, on peut logiquement supposer que la contamination n'est due qu'à la stagnation de l'eau dans le conduit. Dans ce cas, limiter la longueur du conduit aura effectivement une influence positive sur le risque de contamination.

Maîtrise de la légionelle : quelle longueur pour le branchement en amont du robinet ?

Le poste d'essai réalisé pour cette étude comportait 3 canalisations en polypropylène de diamètre DN 20 (diamètre intérieur de 13,2 mm) et de 3, 5 et 15 m de long (ce qui correspond respectivement à un volume d'eau de 0,41, 0,68 et 2,05 litres). Chacun de ces conduits a été muni d'un robinet automatique, ce qui a permis de simuler un mode de puisage bien spécifique.

Dans un premier temps, les trois conduits ont été raccordés à une installation de production d'eau chaude à 40 °C contaminée par des germes de légionelle dans une concentration de 10^5 à 10^6 unités formant colonies par litre (UFC/l). Durant les six premières semaines, nous avons soutiré, à chaque robinet, 127 litres d'eau chaude par jour, ce qui représente 48 soutirages à un débit de 3,5 litres par minute.

Ce profil de soutirage a été retenu, car son efficacité à induire une contamination a été démontrée à l'étranger. Nous avons ensuite adopté un mode de puisage plus réaliste pour une durée de 10 semaines, durant lesquelles nous avons tiré tous les jours 120 litres d'eau de chacun des robinets (3 x 30 litres et 5 x 6 litres), en portant le débit à 6 litres par minute.

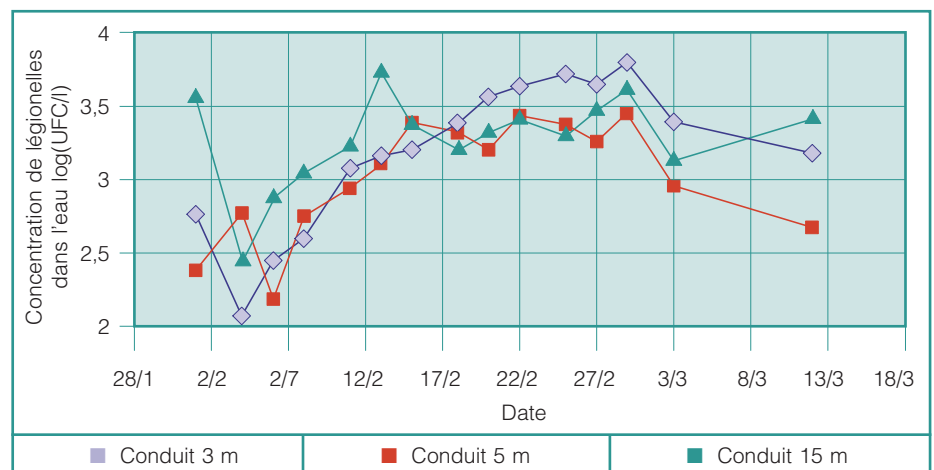
Dans un deuxième temps, les trois conduits ont été raccordés à une installation de production d'eau chaude exempte de légionelles. Tout comme lors de la première phase, nous avons tiré tous les jours, à chaque robinet, 120 litres d'eau à 40 °C avec un débit de 6 litres par minute.

Durant 5,5 semaines, trois échantillons provenant des trois points d'eau ont été prélevés sur une base hebdomadaire et analysés afin d'y détecter des légionelles. Ces échantillons ayant toujours été prélevés après un puisage d'eau d'1 minute, nous pouvions supposer qu'ils étaient frais.

Les résultats des analyses sont illustrés à la figure 1. Il en ressort que l'eau présente un même niveau de contamination dans les trois cas. La concentration en légionelles mesurée varie de 1000 à 5000 UFC/l et l'enrichissement de chacun des trois conduits est pratiquement identique.

L'utilisation de canalisations dont la longueur est supérieure à 5 m ne présente donc pas nécessairement plus de problèmes de légionelles. ■

Fig. 1 Résultats des analyses de légionelles.



Les divergences d'opinion quant à la réception d'une menuiserie extérieure peuvent avoir des origines diverses et mener parfois à de délicates discussions sur chantier. Voilà pourquoi cet article reprend une synthèse des écarts admissibles pour les menuiseries extérieures et intérieures.



B. Michaux, ir., laboratoire 'Éléments de toitures et de façades' et P. Coosemans, ing., service 'Produits de construction', CSTC

TOLÉRANCES DE FABRICATION

Concernant les dimensions hors-tout (largeur et hauteur du dormant), les écarts de fabrication sont de $\pm 2,5$ mm pour les menuiseries en bois et en métal. Pour les menuiseries en PVC, un écart de + 6 mm et - 4 mm est admis.

Pour ce qui est de la hauteur et la largeur des ouvrants de fenêtres (mesurées à fond de battées), l'écart toléré est de ± 1 mm pour une largeur ou hauteur < 1 m, à laquelle il faut ajouter 0,5 mm par mètre de largeur ou de hauteur supplémentaire. L'équerrage des ouvrants est déterminé par l'écart sur la diagonale (mesuré à fond de battées) : 2 mm pour une diagonale < 1 m, auquel doit être ajouté 0,5 mm par mètre de diagonale supplémentaire (avec un écart maximum de 3 mm).

En ce qui concerne les vantaux de portes extérieures et intérieures, les écarts de fabrication tolérés sont repris aux tableaux 1 (hauteur, largeur, épaisseur et équerrage) et 2 (planéité globale et locale) qui sont d'application pour des portes ayant des dimensions standard usuelles (hauteur de 2015 ou 2115 mm et une largeur allant de 630 à 1230 mm). Les mesures des écarts sont effectuées tant sous un climat normal qu'après un conditionnement sous un climat humide et un climat sec. Sous réserve de précisions dans le cahier spécial des charges, les portes ne dépassant pas les dimensions usuelles standard appartiennent à la classe de tolérance 2 (D2 et V2) sous un climat normal. Après conditionnement sous un climat sec et un climat humide, la classe 1 (D1 et V1) est acceptée.



MARQUAGE CE

Le marquage CE des fenêtres et des portes conformément à la norme NBN EN 14351-1 sera abordé dans une prochaine publication du CSTC-Contact.

Tolérances dimensionnelles des menuiseries extérieures et intérieures

Tableau 1 Classes de tolérance sur la hauteur, la largeur, l'épaisseur et l'équerrage des vantaux de portes.

Classe de tolérance	Hauteur, largeur (mm)	Épaisseur (mm)	Equerrage (mm) (à 500 mm du coin)
D1	$\pm 2,0$	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$
D2	$\pm 1,5$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$
D3	$\pm 1,0$	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$

Tableau 2 Classes de tolérance sur la planéité générale et locale des vantaux de portes.

Classe de tolérance	Planéité générale			Planéité locale (mm)
	Torsion (mm)	Courbure (en hauteur) (mm)	Courbure (en largeur) (mm)	
V1	8	8	4	0,4
V2	4	4	2	0,3
V3	2	2	1	0,2

Pour les portes extérieures ou intérieures séparent des locaux caractérisés par des climats différents, les STS 53 définissent les sollicitations hygrothermiques à considérer ainsi que la courbure maximale tolérée (en hauteur).

TOLÉRANCES DE POSE

En ce qui concerne les tolérances de la menuiserie extérieure mise en place, on admet, pour la verticalité, un écart de $\Delta v < 2$ mm/m pour les fenêtres. Pour les battants de portes, l'écart peut atteindre maximum 3 mm/m dans le sens qui favorise la fermeture de la porte.

Les écarts sur l'horizontalité doivent, quant à eux, être inférieurs à $\Delta h < 2$ mm/m. L'écart admissible maximal est de 5 mm, aussi bien pour la verticalité que pour l'horizontalité des châssis. Dans tous les cas, le bon fonctionnement des ouvrants doit être assuré.

Les éventuelles déformations de la menuiserie extérieure ne peuvent pas compromettre sa fonctionnalité. Pour les fenêtres et les portes-fenêtres, il s'agit notamment de considérer les performances d'étanchéité à l'eau et à l'air. En d'autres termes, il n'y a pas de tolérances relatives aux déformations; seuls les critères concernant les performances d'étanchéité

à l'air et à l'eau de la menuiserie sont pertinents.

La battée de la maçonnerie fait également l'objet de tolérances. Pour les menuiseries en bois et en PVC, sa profondeur s'élève en principe à 60 mm avec un écart toléré de ± 10 mm, c'est-à-dire un recouvrement du profilé dormant de 40 mm et un jeu latéral de 20 mm.

Pour les menuiseries métalliques, la profondeur de la battée est généralement de 40 mm avec un écart toléré allant de - 0 à + 10 mm. Dans ce cas, le recouvrement et le jeu latéral sont en principe de 20 mm.

Il importe également de veiller à ce que la largeur vue des profilés d'un même châssis soit relativement uniforme. A cet égard, il est recommandé de faire coïncider l'axe de la fenêtre avec l'axe de la baie, avec un écart maximal de ± 5 mm. ■



www.cstc.be

LES DOSSIERS DU CSTC N° 3/2008

Pour plus d'informations, nous vous renvoyons à la version longue du présent article.

Alors que les NIT 199 et 201 sont reconnues en Belgique comme documents de référence, la norme européenne NBN EN 13914-2, qui traite de la conception, de la préparation et de la mise en œuvre des enduits intérieurs, est aujourd'hui publiée et entre en vigueur dans notre pays. Cet article dresse un comparatif entre les exigences et recommandations formulées par la norme et celles figurant dans la NIT 199 en matière de tolérances des enduits intérieurs.



✍ Y. Grégoire, ir.-arch., chef de division adjoint, division 'Matériaux', CSTC

DEGRÉS DE FINITION DE L'ENDUIT

La norme NBN EN 13914-2 s'applique à divers enduits (à base de gypse, de chaux, de ciment, de polymères, ...) et recommande plusieurs niveaux standard de finition lisse (cf. tableau 1). Elle précise que le niveau 1 est d'application à défaut d'information contraire et qu'une finition spéciale de l'enduit doit être clairement décrite par le concepteur. Rappelons également que la répartition des tâches entre le plafonneur et le peintre n'est pas toujours aisée. Il incombe au donneur d'ordre de définir clairement les opérations qui devront être prises en charge par les différents intervenants, en se référant notamment aux degrés d'exécution des travaux de peinture renseignés dans la NIT 199.

Dans la NIT 199, le degré de finition des enduits intérieurs normaux lissés est basé sur le nombre d'irrégularités par 4 m² de surface. Ainsi, quatre irrégularités sont permises pour le degré de finition normal et deux le sont pour le degré de finition spécial. Ces irrégularités peuvent consister en zones locales de 0,5 dm² maximum irrégulièrement polies, en coups de plâtre ou en la présence de grains de sable. Qu'il s'agisse d'un degré de finition normal ou spécial, on ne tolère que deux ondulations par longueur de 2 m. A défaut d'exigence quantitative dans la norme NBN EN 13914-2 relative à chacun des niveaux de finition, nous pensons pouvoir les corrélérer aux critères recommandés dans la NIT selon le tableau 1.

PLANÉITÉ

Le tableau 2 précise les recommandations de la norme NBN EN 13914-2 concernant des classes de planéité en comparaison de celles de la NIT 199.

Tolérances relatives aux enduits intérieurs

Tableau 1 Niveaux standard de finition lisse selon la norme européenne NBN EN 13914-2 et degrés de finition selon la NIT 199.

Niveaux standard de finition lisse (NBN EN 13914-2)		Degrés de finition (NIT 199)
Niveau 1	Pour usage dans des zones où la finition de surface n'est pas critique	Enduit non lissé (surface dressée destinée à être carrelée, p. ex.)
Niveau 2	Pour recevoir un revêtement avec textures (papier, peinture, ...)	Degré de finition normal
Niveau 3	Pour recevoir une peinture mate ou un revêtement lisse	Degré de finition normal / Degré de finition spécial (en fonction des travaux de préparation prévus par le peintre)
Niveau 4	Pour recevoir une peinture semi-brillante et/ou sous un éclairage rasant (*)	Degré de finition spécial et enduisage par le peintre

(*) Une peinture brillante peut nécessiter des exigences supplémentaires.

Tableau 2 Classification de la planéité de l'enduit selon la norme européenne NBN EN 13914-2 et la NIT 199.

Classe	NBN EN 13914-2		NIT 199 (1)	
	Planéité exigée du support (1) (sous la latte de 2 m)	Planéité exigée de l'enduit (sous la latte de 2 m)	Planéité exigée de l'enduit (sous la latte de 0,2 m)	Degré de finition
0	–	–	–	–
1	15 mm/2 m	10 mm/2 m	–	–
2	12 mm/2 m	7 mm/2 m	–	–
3	10 mm/2 m	5 mm/2 m	2 mm/0,2 m	Normal
4 (2)	5 mm/2 m	3 mm/2 m	1,5 mm/0,2 m	Spécial
5 (2)	2 mm/2 m	2 mm/2 m	–	–

(1) Selon la NIT 199, un écart de 4 mm/m (8 mm/2 m, ce qui est plus sévère que 10 mm/2 m pour la classe 3 de la norme) est acceptable sur le support, tandis que la déviation maximale pour la surface complète est limitée à 20 mm.

(2) Seulement approprié aux systèmes d'enduit d'épaisseur inférieure ou égale à 6 mm, selon la norme.

Les exigences de planéité des classes 3 et 4 de la norme NBN EN 13914-2 correspondent respectivement aux exigences des degrés 'normal' et 'spécial' de la NIT 199. Celle-ci prévoit, en outre, un contrôle supplémentaire au moyen d'une latte de 20 cm de longueur.

CONCLUSIONS

Les tolérances et le degré de finition de l'enduit dépendent de son épaisseur, des tolérances sur le support, du revêtement final décoratif et de l'éclairage envisagés. La norme mentionne l'impossibilité de parvenir à une surface totalement lisse. Les imperfections mineures, mises en évidence par un éclairage intense

ou rasant lorsque des peintures brillantes ou semi-brillantes sont utilisées, devront être acceptées, précise-t-elle.

De manière générale, le respect des recommandations de la NIT 199 permet de satisfaire aux exigences de la norme. ■

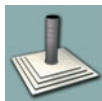


www.cstc.be

LES DOSSIERS DU CSTC N° 3/2008

Cet article, dont la version intégrale paraîtra bientôt sur www.cstc.be, a été rédigé dans le cadre de l'Antenne Normes 'Bétons, mortiers et granulats' (www.normes.be).

De tous temps, le marbre métamorphique (à ne pas confondre avec la pierre marbrière, qui est une roche sédimentaire) a été considéré comme un matériau de choix pour les réalisations prestigieuses. Aujourd'hui encore, il connaît un succès considérable dans de nombreux bâtiments.



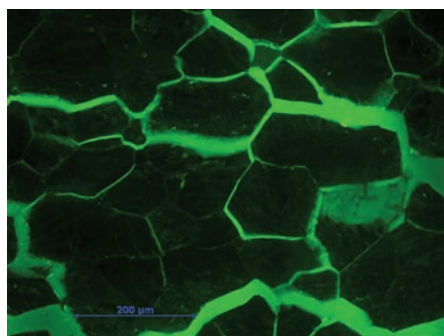
D. Nicaise, dr. sc., chef du laboratoire 'Minéralogie et microstructure', CSTC

Cependant, de graves altérations affectant la cohésion de ce matériau ont été constatées ces vingt dernières années, particulièrement pour les plaques de marbre posées en revêtement mince de façade. Ces pathologies trouvent leur origine dans le phénomène dit de 'décohésion granulaire', lequel a fait l'objet de nombreuses études. Cette décohésion est des plus inquiétantes lorsque les plaques se cintrent, se fissurent et présentent un risque de chute.

Il n'y a toutefois là rien de nouveau. Il suffit de se promener dans certains cimetières ou églises pour voir des dalles datant du 19^e siècle cintrées ou affaissées sur elles-mêmes. Ce phénomène est sans doute bien plus fréquent compte tenu de la tendance architecturale actuelle caractérisée par des éléments de façade de dimensions plus en plus grandes et d'élanement accentué.

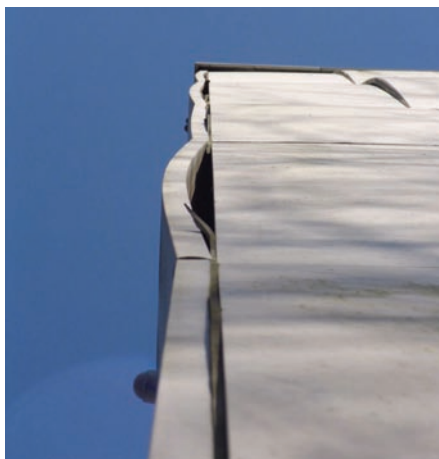
1 FACTEURS INFLUENÇANT L'AMPLITUDE DU CINTRAGE

On constate que le phénomène de cintrage se manifeste de façon plus prononcée sur les façades exposées à la pluie et au soleil (orientées entre le sud et le sud-ouest). Un cintrage de grande amplitude entraînera souvent une fissuration au niveau des ancrages. Dans certains cas, le phénomène de cintrage n'apparaît pas



En lumière fluorescente, les pierres cintrées présentent des ouvertures intergranulaires.

Le cintrage des revêtements minces de façade en marbre



Cintrage de plaques de marbre posées en revêtement mince de façade.

directement, mais une désagrégation importante de la matière est observable.

En ce qui concerne la nature du marbre, l'examen microscopique indique que les roches les plus sensibles au cintrage sont composées quasi exclusivement de calcite (carbonate de calcium). Les marbres sensibles montrent une structure cristalline granoblastique, c'est-à-dire composée de grains de taille semblable et de forme polygonale, souvent pseudo-hexagonale, contrairement à une structure xéoblastique, dont les cristaux ont des formes plus capricieuses et s'assemblent comme les pièces d'un puzzle.

En lumière fluorescente, les pierres cintrées présentent des ouvertures intergranulaires, ce qui confirme le phénomène de décohésion : le contact entre chaque grain est moins fort à la suite des cycles d'échauffement et refroidissement de la calcite.

2 NORMALISATION

La norme NBN EN 14066 'Méthodes d'essai pour pierres naturelles. Détermination de la résistance au vieillissement accéléré par chocs thermiques', publiée en 2003, est la seule norme d'essai traitant de ce phénomène, bien qu'elle s'avère peu adaptée au problème de cintrage et beaucoup trop sévère vis-à-vis

de l'ensemble des pierres. A la demande générale, elle reprendra, lors de sa prochaine révision, un essai qui simule davantage l'exposition amenant au cintrage.

Dans l'attente de cette nouvelle méthode d'essai, la NIT 228 'Pierres naturelles' (uniquement disponible sur www.cstc.be) recommande, en plus de l'évaluation de la résistance au gel, que les marbres satisfassent à la norme NBN EN 14066 avec une perte de module d'élasticité dynamique de 20 % maximum.

3 CONCLUSIONS : PRINCIPE DE PRÉCAUTION

Une exclusion totale du marbre en façade ne nous semble pas fondée. Dans l'attente d'une procédure d'essai plus adaptée, la bonne tenue à l'essai de chocs thermiques constitue une indication fiable quant au bon comportement du matériau. Mais en raison de sa grande sévérité, l'essai pourrait conduire à écarter certains marbres qui ne présentent pas de problèmes en réalité. Une analyse pétrographique serait dès lors conseillée en complément, afin d'affiner l'évaluation de la sensibilité au cintrage du matériau grâce à l'examen de sa microstructure (granoblastique ou xéoblastique).

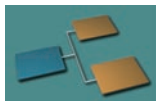
En ce qui concerne la conception des revêtements de façade, certaines précautions peuvent être prises pour réduire les effets du cintrage, notamment en réduisant la dimension des plaques et en minimisant l'élanement des éléments (rapport longueur/largeur de 3 au maximum, p. ex.; cf. NIT 146 'Les revêtements extérieurs verticaux en matériaux pierreux naturels de mince épaisseur'). Il est également possible d'opter pour des panneaux composites constitués d'une plaque mince de marbre (environ 1 cm) collée sur une structure métallique (p. ex. de type nid d'abeille) ou sur une plaque de céramique à haute résistance mécanique. ■



www.cstc.be

Ce sujet sera traité en détail dans une Infocarte à paraître sur www.cstc.be.

Les coûts de bon nombre de matériaux de construction sont à la hausse dans notre pays, où le taux d'inflation s'élève actuellement à plus de 5 %. Face à cette crise, l'entreprise se doit de rester vigilante dans le calcul des prix de vente et dans le suivi de ses prix de revient.



D. Pirlo, chef de division, département 'Communication et gestion', CSTC

Le calcul du prix de revient est essentiel pour toute entreprise de construction. Il sert non seulement de base au calcul du prix de vente, mais constitue également un instrument utile pour la préparation et la planification du chantier. De plus, il permet de contrôler la rentabilité du chantier, donne une indication pour le calcul de la marge bénéficiaire, offre la possibilité d'améliorer la productivité en ciblant des réductions de coûts, permet la prise de décisions plus stratégiques pour les investissements et désinvestissements, fournit un instrument pour évaluer les stocks ou les encours, ...

Les coûts de bon nombre de matériaux de construction connaissent depuis plusieurs mois une hausse significative à la suite de l'augmentation du prix des matières premières et de l'énergie. En ce qui concerne l'évolution des coûts salariaux, la CCT du 21 juin 2007 relative aux conditions de travail prévoyait une probable hausse maximale de 5 % des salaires des ouvriers durant la période 2007-2008. L'augmentation du coût de l'énergie influence également le coût des machines par des frais variables liés à la consommation et peut avoir des effets non négligeables sur les frais spécifiques de chantier et les frais généraux d'entreprise.

Nous encourageons donc l'entreprise à tout mettre en œuvre pour réduire le gaspillage, à décomposer les différents postes de l'offre, à

calculer avec précision les ressources nécessaires et à tenir compte des modifications intervenues dans les prix. Dans ce contexte, des tarifs mis à jour par les fournisseurs et publiés sur Internet peuvent s'avérer intéressants. ■



INFORMATIONS UTILES

Afin de fournir une information thématique et pratique, la division 'Gestion' publiera dorénavant des Infofiches 'Gestion'. La première, consacrée au prix de revient, sera bientôt disponible sur www.cstc.be et sera suivie d'autres relatives au coût des matériaux, de la main-d'œuvre, des machines, aux frais spécifiques de chantier, aux frais généraux d'entreprise et à la planification.

ARCHITECTURE

Le constat est bien connu : la population belge vieillit et son espérance de vie s'accroît grâce aux progrès de la médecine, à l'encadrement des plus fragilisés, ... Le vieillissement s'accompagne d'une importante perte d'autonomie physique à laquelle doit s'adapter le logement. Le logement adaptable apparaît dès lors comme une qualité nouvelle à introduire dans les constructions neuves ou lors de rénovations lourdes.



I. Lechat, ir., chercheur, laboratoire 'Développement durable', CSTC

Pour répondre à ce défi, le Gouvernement wallon a négocié, dans le cadre du Contrat d'avenir renouvelé, un partenariat novateur avec la Confédération Construction Wallonne. L'objectif fixé consiste à élaborer un 'Guide d'aide à la conception pour le logement adaptable', en collaboration avec le CSTC, le secteur associatif (CAWaB - Collectif Accessibilité

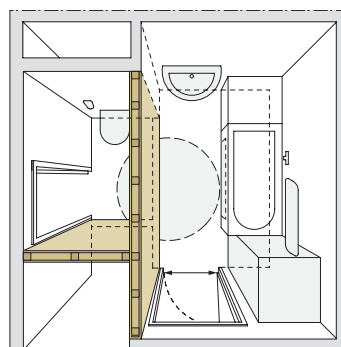
Wallonie-Bruxelles) et l'ingénierie pédagogique (CIEFFUL - Centre d'information et de formation des formateurs pour l'Université de Liège).

Ce guide constituera, à travers des fiches pratiques, un ouvrage de référence permettant,

dès l'origine des travaux et à moindre frais, la transformation d'un logement adaptable en un logement adapté à des besoins particuliers, sans toucher à la structure porteuse, sans modifier les espaces communs et les réseaux techniques du bâtiment et sans diminuer le nombre de pièces principales du logement. ■

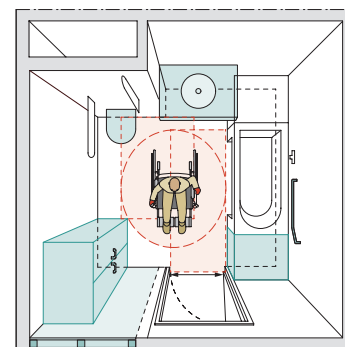
Salle de bain adaptable aux besoins d'une personne en fauteuil roulant.

A. Salle de bain adaptable



■ Cloisons démontables

B. Salle de bain adaptée

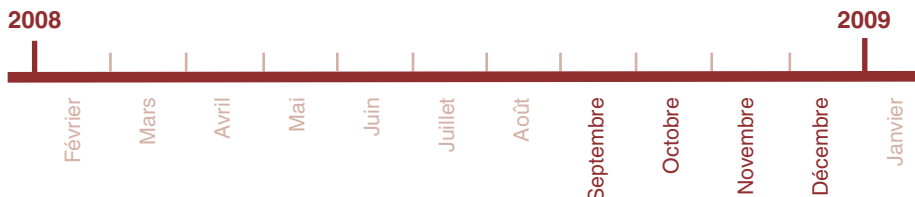


■ Aires d'approche, de rotation et de transfert

Adaptabilité

Agenda Construction

CSTC-Contact vous propose, comme chaque trimestre, un rapide survol des formations que nous (co-) organisons durant les prochains mois. Un voyage d'autant mieux organisé qu'il se complétera d'une visite sur www.cstc.be (rubrique 'Agenda').



Informatique et construction : quels outils pour l'entrepreneur ?

- 'Offre et commande client' (le 18 septembre) et 'Préparation des chantiers et achats' (le 20 novembre) :
 - 16h30 : accueil
 - 17h00 : début des exposés
 - 19h00 : visite de l'espace des exposants
- Moulins de Beez, Rue Moulin de Meuse 4, 5000 Beez (Namur).

Les toitures vertes des villes de demain

Contribution des toitures vertes au développement durable des grandes villes, Mercure Brussels Airport, Avenue Jules Bordet 74,



LES CHAUDIÈRES À CONDENSATION

Le Comité technique 'Chauffage et climatisation' du CSTC et la Fédération ICS (anciennement UBIC) ont pris l'initiative d'organiser des après-midi d'étude sur le thème de la nouvelle NIT 235 'Chaudières à condensation' :

- où et quand ?
 - le 1^{er} octobre à Limelette
 - le 15 octobre à Bruxelles
 - le 13 novembre à Marche-en-Famenne
- inscription et information :
 - ICS – Rue du Lombard 34-42
 - 1000 Bruxelles
 - tél. : 02/520.73.00
 - e-mail : info@ubic.be

1140 Bruxelles, le 23 septembre, de 14h30 à 18h00.

Gestion d'entreprise (cf. catalogue des formations 'Gestion')

- GEBES01fr : MS Project 2003 - Initiation, CSTC, Lozenberg 7, 1932 Sint-Stevens-Woluwe, les 3, 10, 17 et 24 septembre, de 9h00 à 16h00
- GEBEM01fr : Bases du prix de revient et application sur Excel, CSTC, Lozenberg 7, 1932 Sint-Stevens-Woluwe, les 19 et 26 septembre et le 1^{er} octobre, de 9h00 à 16h00
- GEBES02fr : MS Project 2003 - Perfectionnement, CSTC, Lozenberg 7, 1932 Sint-Stevens-Woluwe, les 8 et 15 octobre, de 9h00 à 16h00
- GEBEM05fr : Techniques de planification pour les PME de la construction, CSTC, Lozenberg 7, 1932 Sint-Stevens-Woluwe, le 10 octobre, de 9h00 à 16h00

- GEBEM04fr : Gestion de projets dans la construction : une introduction, CSTC, Lozenberg 7, 1932 Sint-Stevens-Woluwe, les 22 et 29 octobre, de 9h00 à 16h00
- GEBET06fr : Applications mobiles sur chantier, CSTC, Lozenberg 7, 1932 Sint-Stevens-Woluwe, le 6 novembre, de 9h30 à 12h30
- GEBET07fr : Portails de projets pour l'échange d'informations, CSTC, Avenue Pierre Holoffe 21, 1342 Limelette, le 28 novembre, de 9h00 à 16h00
- GEBET08fr : Internet : un outil de gestion pour l'entreprise, CSTC, Lozenberg 7, 1932 Sint-Stevens-Woluwe, le 5 décembre, de 9h00 à 16h00.

Divers

Placeurs de portes résistant au feu, CSTC, Avenue Pierre Holoffe 21, 1342 Limelette, les 22 et 29 septembre et les 6 et 13 octobre, de 18h00 à 21h00. ■



PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES DES BÂTIMENTS

Cet été voit l'entrée en vigueur des nouvelles réglementations thermiques à Bruxelles (2 juillet) et en Wallonie (1 septembre). On note, pour ces deux Régions, l'arrivée du niveau de performance énergétique (niveau E), le renforcement des exigences d'isolation thermique, la mise en place de critères relatifs à la ventilation des bâtiments résidentiels et non-résidentiels ainsi que la prise en compte du risque de surchauffe estivale.

Les textes légaux sont disponibles sur le site des Antennes Normes : www.normes.be.

BRUXELLES	ZAVENTEM	LIMELETTE	HEUSDEN-ZOLDER
Siège social Rue du Lombard 42 B-1000 Bruxelles e-mail : info@bbri.be direction générale 02/502 66 90 02/502 81 80	Bureaux Lozenberg 7 B-1932 Sint-Stevens-Woluwe numéros généraux numéros publications 02/716 42 11 02/529 81 00 02/725 32 12 02/529 81 10 avis techniques communication - qualité informatique appliquée construction techniques de planification développement & valorisation	Station expérimentale Avenue Pierre Holoffe 21 B-1342 Limelette 02/655 77 11 02/653 07 29 recherche & innovation laboratoires formations documentation bibliothèque	Centre de démonstration et d'information Marktplein 7 bus 1 B-3550 Heusden-Zolder 011/22 50 65 02/725 32 12 Centre de compétence TIC pour les professionnels de la construction (ViBo)