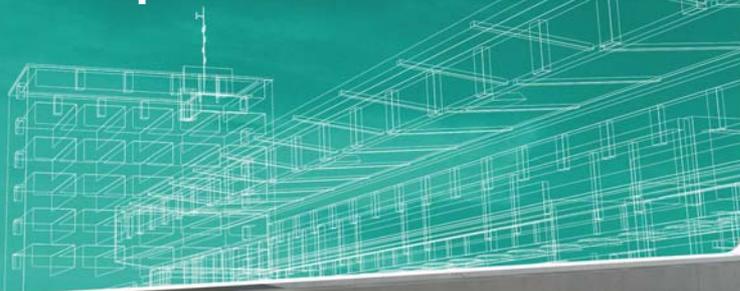




Une édition du Centre scientifique et technique de la construction



→ 3^e trimestre 2004

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

Trimestriel – N° 3 – 1^{ère} année – 3^e trimestre 2004

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 - Boulevard Poincaré 79, 1060 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.

Sommaire

	Actualités – Evénements	
	Les Centres De Groote voient leur rôle conforté	2
	L'expertise du CSTC reconnue par la Région wallonne	2
	Projets – Etudes	
	Medeco : logiciel d'aide à la démolition sélective des bâtiments	3
	Impact environnemental des chantiers industriels	3
	La ventilation des immeubles de bureaux	4
	Normalisation – Réglementation – Certification	
	Incidence des percements sur la résistance au feu des parois	5
	Marquage CE des portes et portails industriels, commerciaux et résidentiels	6
	De nouvelles normes "béton" (partie 1)	6
	L'usure des revêtements de sol durs	8
	Techniques et Pratique	
	Carrelages muraux. Décollement et/ou fissuration des revêtements intérieurs soumis aux projections d'eau	9
	Activités CSTC	12
	Information CSTC	14
	Agenda	16

Lundi 21 juin dernier, le CSTC recevait, à la station expérimentale, à Limelette, la visite de *Fientje Moerman*, ministre fédérale de l'Économie, de l'Énergie, du Commerce extérieur et de la Politique scientifique.

Après un rapide déjeuner de travail au cours duquel le rôle général assumé par le CSTC au sein du secteur de la construction a été rappelé, les participants ont fait le tour de quelques-uns des principaux laboratoires et postes d'essai répartis sur le site de la station expérimentale.

Les visiteurs ont tout d'abord découvert le laboratoire Acoustique, après quoi ils ont pu s'intéresser au programme de simulation et d'analyse de la lumière du jour sur des modèles réduits. Cet outil de recherche, unique en Belgique et même en Europe, est désigné, dans le jargon des chercheurs, sous le vocable "mirror box" par référence à ses murs entièrement tapissés de miroirs et à son plafond lumineux simulant l'ensoleillement.

La visite s'est poursuivie au laboratoire Minéralogie et Microstructure, dans lequel la ministre s'est montrée vivement intéressée par les techniques d'analyse des matériaux en lames minces. Elle a ensuite reçu quelques mots d'explication concernant le programme de recherche prénormative visant à déterminer l'action du vent sur les toitures. La visite s'est achevée par la maison "Recyhouse", une habitation-témoin construite à l'aide de plus de 200 maté-

Les Centres De Groote voient leur rôle conforté

La ministre de la Politique scientifique enthousiasmée par les activités du CSTC



A. Deneuer, chercheur à la division "Physique du bâtiment et climat intérieur", montre à la ministre des détails de la mirror box.

riaux recyclés différents disponibles sur le marché européen de la construction.

Fientje Moerman a déclaré, à l'issue de sa visite, avoir été très favorablement impressionnée par cette démonstration, et s'est dit convaincue du rôle majeur que les centres De Groote ont à jouer en faveur de leurs secteurs industriels respectifs. ■



La ministre F. Moerman, en compagnie de C. De Pauw, directeur général du CSTC, se laissant expliquer les techniques d'analyse des matériaux en lames minces.

Si le rôle du CSTC s'est vu conforté au niveau fédéral – de manière informelle, du moins –, il l'a été, de manière tout à fait officielle, cette fois, à l'échelon régional. C'est en effet à la fin du mois de mai dernier que le ministre wallon de l'Économie, des PME, de la Recherche et des Technologies nouvelles, *Serge Kubla*, reconnaissait le CSTC en tant que centre de recherche collectif wallon, conformément au décret du 3 avril 2003.

L'agrément des centres de recherche par la Région wallonne est devenu indispensable pour toutes les institutions qui souhaitent pouvoir continuer à bénéficier des subsides régio-

L'expertise du CSTC reconnue par la Région wallonne

naux et poursuivre leurs activités de recherche, d'assistance technique et de guidance technologique.

Nanti de son titre d'agrément, le CSTC dispose dorénavant du sésame nécessaire au dépôt, auprès de la Direction générale des technologies, de la recherche et de l'énergie (DGIRE), des demandes de subsides pour des

recherches à caractère collectif et des guidances technologiques.

L'agrément accordé par la Région wallonne vient ainsi confirmer, si besoin en était, le bien-fondé des efforts de recherche et d'assistance déployés par le CSTC en faveur de toutes les entreprises – y compris des artisans – du secteur de la construction. ■

Le Comité technique de l'Accord de Branche (1) propose à l'ensemble des acteurs du secteur de la construction le logiciel MEDECO (MÉtré des DÉchets de CONstruction) basé sur les concepts de "dé-construction" et de démolition sélective. Il est destiné en priorité aux maîtres d'ouvrage publics et privés, aux architectes et aux bureaux d'études, mais aussi aux entreprises générales ou spécialisées dans la démolition ou la rénovation de bâtiments. Réalisé par le CSTC en collaboration avec la CCW et Tradecowall, ce travail a été supervisé par le Comité technique précité et financé par la Région wallonne via l'Office wallon des déchets.

UNE NOUVELLE FAÇON DE PRÉPARER LA DÉMOLITION

Puisque la gestion des déchets de construction et de démolition doit passer par un tri de plus en plus rigoureux et que l'option du conteneur unique et du "tout-à-la-décharge" n'est plus acceptable, il faut fournir aux professionnels des outils leur permettant de prendre les bonnes décisions. Une démarche similaire a déjà fait l'objet de prescriptions précises pour les travaux routiers via le cahier des charges unifié RW99. Les auteurs du projet MEDECO sont donc logiquement partis de ces textes pour élaborer leur outil. L'objectif principal de ce dernier est de faciliter et d'améliorer la gestion des déchets de démolition et de rénovation des bâtiments dans le cadre des travaux publics et privés, tant dans le chef des auteurs de projets que dans celui des entrepreneurs. Le but est d'aider à poser un diagnostic complet, rapide et fiable avant de procéder à la démolition sélective d'un bâtiment.

MEDECO : logiciel d'aide à la démolition sélective des bâtiments

UN OUTIL COMPLET, PERSONNALISÉ ET INNOVANT

A l'aide de ce nouvel outil, les entreprises pourront prendre en compte le coût intégral de gestion des déchets susceptibles d'être générés par les travaux. Cette démarche favorise également l'élimination des déchets de chantier dans des installations adaptées ainsi que le recyclage de la fraction valorisable.

MEDECO permet l'adaptation personnelle du métré en fonction des conditions dans lesquelles le travail devra être fait. Chaque utilisateur peut donc continuer à travailler selon sa méthode. Grâce aux postes très détaillés du cahier des charges de base, il peut structurer



l'analyse du chantier de façon à évaluer la quantité de déchets réellement générés. Il peut en outre effectuer un classement par matériaux, par code wallon des déchets pour une quantification globale ou par poste selon son classement personnel (p.ex. dans le cas d'un cahier des charges spécifique à un bureau d'études).

Après des tests concluants sur des ouvrages construits, le logiciel sera appliqué à plus grande échelle sur des bâtiments à rénover en profondeur. Il reste en effet à convaincre les professionnels que le supplément de travail qu'exige la réalisation d'un métré de déchets avant le début des travaux peut entraîner des baisses de coûts significatives *a posteriori*. ■



INFORMATIONS UTILES

Le logiciel MEDECO sera disponible gratuitement (moyennant inscription préalable) sur le site Internet : <http://www.marco-construction.be>

Contacts

Christian Legrand et Martine Jamouille : info@bbri.be

(1) Accord de branche du 14 juillet 1991 établi entre le ministre de l'Environnement de la Région wallonne et la Confédération wallonne de la construction.

✉ Martine Jamouille, ir.-arch., chercheur, laboratoire Développement durable
Collaboration : Christian Legrand, ir.

A la demande de la DGRNE (Direction générale des ressources naturelles et de l'environnement), le CSTC a élaboré, pour le compte de Recywall, un guide méthodologique visant à évaluer l'influence des chantiers de construction d'ouvrages industriels sur l'environnement.

Les chantiers visés sont ceux des immeubles de bureaux, des halls industriels et des ouvrages à vocation industrielle tels que, par exemple, les installations d'épuration des eaux

usées. Autant de constructions qui se caractérisent par la rapidité des délais d'exécution et par un haut degré d'industrialisation.

Le guide décrit, dans sa première partie, les différentes phases du processus de construction : préparation des travaux (démolition, délimitation du terrain, etc.), terrassements, fon-

dations, infrastructure et système d'égout, superstructure et parachèvement.

Une subdivision supplémentaire est établie sur la base des processus qui se déroulent sur plusieurs phases de la construction :

- bétonnage (coffrage, ferrailage, mise en place du béton, préfabrication de blocs)

Impact environnemental des chantiers industriels



- structures métalliques
- maçonneries

- structures en bois (p. ex. charpentes)
- utilisation du matériel de chantier (engins d'excavation, grues, camions, ...).

Second volet de l'étude, l'évaluation de l'incidence des activités de construction fait appel à une méthode d'identification bien définie. L'influence des différentes phases du processus de construction sur les composantes de l'environnement, qu'elles soient biophysiques (air, eau, sol, biotope) ou humaines (déchets, santé, milieu, intégrité du milieu), est évaluée, dans un tableau, à l'aide d'un système de cotation allant de 0 (pas d'effet) à 4 (effet important). Cette évaluation est complétée par une description précise des divers aspects évoqués et par une analyse des mesures susceptibles de limiter l'impact environnemental des activités de construction industrielles.

Parmi les nuisances majeures, citons par exemple la production de déchets, l'émission de



www.cstc.be

LES DOSSIERS DU CSTC N° 3/2004

Exemples de mesures permettant de réduire les nuisances sur les chantiers de construction industriels.

poussières, la gêne acoustique, les risques liés à la sécurité, l'altération des nappes aquifères et le risque de pollution des sols.

Ce guide, qui permettra d'identifier les nuisances propres à chaque chantier industriel et de les maîtriser ou de les réduire, ne manquera certainement pas d'intéresser tous les entrepreneurs soucieux de l'environnement. ■

*Johan Van Dessel, ir., chef du laboratoire Développement durable
Collaboration : Wim Adams, ir.*

De nos jours, les exigences de base relatives à la ventilation des immeubles de bureaux ne sont pas correctement formulées dans les documents d'adjudication. Cela n'a rien d'étonnant, sachant qu'aucune norme belge ne traite de la conception et du dimensionnement des systèmes de ventilation pour ces bâtiments. Or, la ventilation de ces derniers est importante pour y maintenir une bonne qualité de l'air; il s'agit donc d'une réelle question de santé publique. Le CSTC a élaboré une proposition de texte visant à combler en partie cette lacune.

Diverses campagnes de mesures menées par le CSTC ont montré qu'un certain nombre d'immeubles de bureaux n'étaient pas du tout ou pas correctement ventilés. L'une des causes de cette situation réside sans doute dans le fait que les exigences de base ne sont pas exprimées de manière adéquate par les "clients" (propriétaires ou occupants d'un bâtiment) ou par les prescripteurs. A l'heure actuelle, il n'existe pas de norme belge traitant de la conception et du dimensionnement des systèmes de ventilation pour les immeubles de bureaux. Au niveau fédéral, quelques exigences succinctes sont spécifiées dans le RGPT. Au niveau régional, seule la Région wallonne s'est dotée d'une réglementation relative à la ventilation des immeubles de bureaux (et des écoles).

Nicolas Heijmans, ir., chercheur, division Physique du bâtiment et Climat intérieur

La ventilation des immeubles de bureaux

VERS UNE MEILLEURE EXPRESSION DES EXIGENCES

Partant de ce constat, le CSTC a élaboré une proposition de texte définissant :

- les performances des systèmes de ventilation et l'expression d'exigences pour la ventilation des immeubles de bureaux
- des exigences minimales à respecter lors du dimensionnement du système de ventilation d'un immeuble de bureaux.

Ce texte est basé sur les normes ou projets de normes européennes, dont la prEN 13779. Pour bien comprendre la distinction entre "expression des exigences" et "exigences minimales", prenons l'exemple des débits à atteindre dans les bureaux. La prEN 13779 définit quatre classes de qualité d'air intérieur IDA1 (qua-

lité élevée) à IDA4 (qualité faible) ainsi que des méthodes pour déterminer la classe d'air, par exemple selon le taux de CO₂ ou le débit atteint (voir tableau). Elle ne comporte donc pas d'exigences quant au débit à atteindre, mais fournit une méthode pour les exprimer. Le prescripteur pourra, sur la base la norme, formuler une exigence du type : "Le débit de conception du système de ventilation doit être supérieur au débit minimum correspondant à une classe d'air intérieur IDA3". ■



www.cstc.be

Plus d'infos sur notre site, dans la rubrique Collaboration/Liens – Collaboration internationale – HYBVENT.

Tableau 1 Classification de la qualité de l'air intérieur (prEN 13779).

Classe	Classification par mesure de la concentration en CO ₂ : différence de concentration en CO ₂ entre l'air intérieur et extérieur	Classification selon le débit de ventilation par l'air extérieur en m ³ /h.personne	
		Zone non fumeurs	Zone fumeurs
IDA1	inférieure à 400 ppm	≥ 54	≥ 108
IDA2	entre 400 et 600 ppm	≥ 36 et < 54	≥ 72 et < 108
IDA3	entre 600 et 1000 ppm	≥ 22 et < 36	≥ 43 et < 72
IDA4	supérieure à 1000 ppm	< 22	< 43

Cet article fait le point sur les recommandations pratiques concernant l'obturation des traversées d'éléments de construction par des conduites. Ces recommandations ont été établies par le groupe de travail "Traversées de parois" créé par le SPF Intérieur en vue de pallier au caractère lacunaire des prescriptions belges en la matière.

Incidence des percements sur la résistance au feu des parois

En effet, l'AR du 7 juillet 1994 fixant les normes de base en matière de prévention contre l'incendie (modifié par les AR du 19 décembre 1997 et du 4 avril 2003) stipule seulement que : *la traversée par des conduites de fluides ou d'électricité [...] ne peut altérer le degré de résistance au feu exigé pour cet élément.*

Diverses solutions types n'altérant pas la résistance au feu de la paroi ont pu être proposées comme alternatives aux solutions dont le niveau de sécurité aurait été prouvé par un essai (ex. utilisation de manchons coupe-feu spécifiques). Parmi ces solutions types (développées dans les Dossiers du CSTC n° 3/2004), nous abordons ici plus précisément la possibilité d'obtenir une traversée simple au moyen de mortier ou de laine de roche.

Le tableau 1 indique le diamètre maximal des conduites traversant des éléments de construction, pour lesquelles une simple obturation au mortier ou à la laine de roche suffit pour ne pas altérer la résistance au feu requise (E30, E60 ou E120).

Ainsi, par exemple, une conduite en acier de 160 mm de diamètre pourra traverser un plancher d'une résistance au feu de 1 heure sans altérer celle-ci, pourvu qu'elle soit jointoyée au moyen de laine de roche ou de mortier.

Les recommandations pratiques énumérées ci-après doivent toutefois être respectées.

- Les éléments de construction dans lesquels sont aménagées les traversées ont une résistance au feu d'au moins 1 heure (Rf 1h suivant la norme NBN 713-020 ou EI 60 suivant la norme NBN EN 13501-2).
- En cas d'obturation au mortier, les conduites sont jointoyées sur tout leur pourtour sur une profondeur d'obturation L_m de 50 mm au moins, pour une étanchéité aux flammes requise de 30 et de 60 minutes (E30 et E60), et de 70 mm pour E120. L'obturation s'effectue de préférence des deux côtés de l'élément de construction. Elle peut néanmoins s'effectuer d'un seul côté, comme le montre la figure 1.

- En cas d'obturation au moyen de laine de roche, les conduites sont jointoyées sur tout leur pourtour sur une profondeur totale de 50 mm au minimum (figure 2).
- La laine de roche doit être suffisamment comprimée dans l'élément de construction. Cette exigence peut poser problème, par exemple, pour une paroi légère. Dans ce cas, il est recommandé de remplir la paroi, à l'endroit de la traversée, à l'aide d'un matériau d'isolation (par exemple, laine de roche 80 kg/m³) dont la compacité permet de presser fermement la laine de roche. En outre, dans cette situation, l'obturation au moyen de laine de roche doit s'effectuer des deux côtés de l'élément de construction.
- Les conduites doivent être soutenues et fixées suivant les règles de l'art. Les fixations les plus proches de l'élément de construction ne peuvent se situer à plus de 500 mm de part et d'autre de celui-ci. ■

Fig. 1 Profondeur d'obturation au mortier L_m .

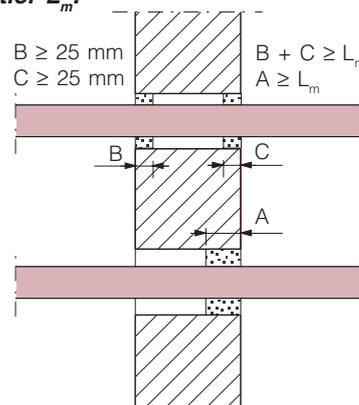
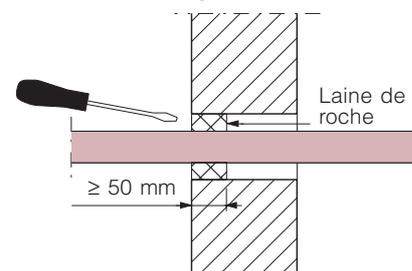


Fig. 2 Jointoiement sur le pourtour des conduites au moyen de laine de roche.



✍ Yves Martin, ir., chef de projet, animateur Antenne Normes "Prévention au feu", CSTC
Pierre Spehl, ir., SECO, président du groupe de travail "Traversées de parois"

 www.cstc.be
LES DOSSIERS DU CSTC N° 3/2004

- Solutions types : traversée simple avec fourreau, raccordement direct à une cuvette de WC suspendue
- Exemples de solutions de percement au moyen de produits spécifiques

Tableau 1 Diamètre maximal (en mm) des conduites simplement jointoyées au moyen de laine de roche ou de mortier.

NATURE DE LA CONDUITE ET JOINTOIEMENT		E REQUIS		
		E30	E60	E120
Conduite combustible et câble électrique	Obturation au mortier	50	50	50
	Obturation au moyen de laine de roche	50	25	25
Conduite incombustible (*)	Obturation au mortier ou à la laine de roche	160	160	75
	Remplissage (automatique) avec de l'eau en cas d'incendie et obturation au mortier ou à la laine de roche	160	160	160

(*) Conduite fabriquée en métal ou dans un autre matériau incombustible (à l'exception du verre) dont le point de fusion est supérieur à 1000 K (727 °C).

Bientôt en vigueur, la norme harmonisée NBN EN 13241-1 relative aux portes et barrières industrielles, commerciales et résidentielles va entraîner le marquage CE obligatoire de ces produits. La nouvelle norme définit les exigences de sécurité et les performances applicables aux portes, portails et barrières destinés à être installés dans un environnement industriel, commercial ou résidentiel et devant garantir l'accès en toute sécurité des marchandises et des véhicules accompagnés ou conduits par des personnes.

Dès avant la période de coexistence de la nouvelle norme, les fabricants et installateurs de portes et portails motorisés industriels, commerciaux et résidentiels étaient contraints de se conformer à trois directives différentes lors de la commercialisation et/ou de la mise en service de leurs produits : la directive "basse tension", la directive "compatibilité électromagnétique" et la directive "machines", dont les références sont d'ailleurs mentionnées sur le marquage CE de chaque produit.

Les installateurs de portes et portails industriels, commerciaux et résidentiels prêts-à-l'emploi (fabriqués par d'autres fournisseurs) sont tenus, quant à eux, au strict respect des instructions du fabricant, mais n'ont aucune obligation dans le cadre de la législation européenne. Par contre, s'ils assemblent eux-mêmes les composants, ils devront se conformer aux directives européennes.

Eric Winnepenninckx, ing., conseiller, service Normalisation

Marquage CE des portes et portails industriels, commerciaux et résidentiels



Les installateurs de portails qui exécutent leur travail dans le cadre d'un contrat d'entreprise ne sont pas visés par la directive sur les produits de construction (DPC), même s'ils assemblent les composants sur chantier. Si le montage s'effectue en atelier dans le cadre d'un contrat d'entreprise, l'installateur peut toutefois envisager, sur une base volontaire, un marquage CE selon la DPC. Son choix dépendra essentiellement du degré de responsabilité qu'il est disposé à prendre. Si l'installateur exécute le travail dans le cadre d'un contrat d'entreprise, il doit prouver au responsable du projet que le portail mis en œuvre satisfait à la législation en vigueur. En revanche, s'il utilise le produit sous marquage CE, la preuve de la conformité avec une large part de la réglementation est déjà apportée préalablement à l'installation.

tation est déjà apportée préalablement à l'installation.

La norme NBN EN 13241-1 a été publiée par l'IBN en 2003; la date de début et de fin de la période de coexistence de cette norme a été annoncée au Journal Officiel de l'Union européenne, permettant ainsi le marquage CE selon la DPC depuis le 1^{er} mai 2004 et le rendant obligatoire à partir du 1^{er} mai 2005. Pour les fabricants, la conséquence (technique) majeure de cette entrée en vigueur réside sans aucun doute dans le fait que la DPC impose un contrôle de qualité interne obligatoire. Autrement dit, tous les fabricants devront satisfaire à un certain nombre d'exigences minimum. Le suivi de la normalisation par l'industrie revêt donc une importance capitale. ■



www.cstc.be

LES DOSSIERS DU CSTC N° 3/2004

- Toute la législation applicable aux portes, barrières et portails industriels, commerciaux et résidentiels, motorisés ou non.
- Adaptations engendrées par la nouvelle norme harmonisée NBN EN 13241-1.

Jusqu'à cette année, les bétons étaient spécifiés, produits et mis en œuvre sur la base de la NBN B 15-001 de 1992. Celle-ci devrait être remplacée, en 2004, par la norme européenne NBN EN 206-1:2001 et par la nouvelle version de la norme NBN B 15-001, qui constitue un supplément à la NBN EN 206-1, adapté au contexte belge. Nous présentons ici les modifications prévues pour les classes de résistance, les classes d'exposition et les classes d'environnement.

Valérie Pollet, ir., Jef Apers, ir.-arch., et Jan Desmyter, ir.

De nouvelles normes "béton" (partie 1)

1 CLASSES DE RÉSISTANCE

L'ancienne norme NBN B 15-001 considérait les classes de résistance C12/15 à C50/60. La norme NBN EN 206-1 couvre en plus les bétons (maigres) de classe C8/10 et les bétons des classes C55/67 à C100/115. Les bétons à haute résistance sont donc davantage pris en compte que par le passé. Quant aux bétons légers, les gammes de résistance ont également été élargies (LC8/9 et LC55/60 à LC 80/88).

2 CLASSES D'EXPOSITION ET D'ENVIRONNEMENT

Une des principales modifications est la nouvelle définition des classes d'exposition. Dans la précédente norme NBN B 15-001, 5 classes d'exposition principales (de 1 à 5) étaient considérées. Elles étaient divisées, dans certains cas, en 3 sous-classes maximum (de a à c). Elles étaient générales et pouvaient englober plusieurs processus de dégradation.



Les nouvelles normes NBN EN 206-1 et NBN B 15-001 prévoient 18 classes d'exposition, divisées en 6 classes principales et en 4 sous-classes maximum, en fonction des processus de dégradation. La désignation de ces classes commence avec la lettre X, suivie d'une lettre qui renvoie au type de dégradation considéré :

- C de *carbonation* en anglais (carbonatation)
- D de *deicing salt* (agents de déverglaçage)
- S de *sea water* (eau de mer)
- F de *frost* (gel)
- et A pour un milieu chimiquement agressif.

Ces différents mécanismes de dégradation pourront intervenir en fonction de l'exposition du béton. Il y a donc lieu d'identifier, pour chaque béton, tous les mécanismes de dégradation potentiels. Les conditions environnementales auxquelles il est soumis peuvent nécessiter d'être exprimées sous la forme d'une combinaison de classes d'exposition.

Sur la base des classes d'exposition européennes, la nouvelle norme NBN B 15-001 a défini des classes d'environnement applicables en Belgique (voir tableau 1). Ces classes correspondent à des situations d'environnement couramment rencontrées en Belgique. Leur désignation commence par la lettre E (pour

environnement), suivie d'une des lettres suivantes : I pour intérieur, E pour extérieur, S pour mer (*sea*) et A pour agressif.

Le tableau 1 donne les classes d'exposition entrant en ligne de compte pour chaque classe d'environnement. Il existe donc une relation entre les deux.

3 TENEUR EN CHLORURES

La norme NBN B 15-001 de 1992 prévoyait que le béton armé puisse contenir un maximum de 0,4 % ou de 1 % de chlorures exprimés par rapport au poids du ciment, selon

qu'on était ou non en présence d'un environnement pouvant être exposé à un accroissement de la teneur en chlorures pendant la durée de vie de l'ouvrage. Ainsi, la limite de 1 % était ramenée à 0,4 % pour les bétons armés des classes d'exposition 3, 4 et 5. Pour le béton précontraint, la teneur était limitée à 0,2 %.

La norme NBN EN 206-1 prévoit 2 classes pour les bétons armés (0,2 et 0,4 % max.) et précontraint (0,1 et 0,2 % max.). Le supplément belge qu'est la NBN B 15-001 n'a retenu qu'une valeur limite de 0,4 % pour le béton armé et de 0,2 % pour le béton précontraint. Quant au béton non armé, il peut contenir jusqu'à 1 % de chlorures.

Comment spécifier la ou les classes d'exposition d'un béton pour une paroi extérieure verticale ?

Selon l'ancienne norme NBN B 15-001, c'est la classe d'exposition 2b qui devait être spécifiée. Elle correspondait à un environnement humide avec gel. Suivant la nouvelle norme NBN B 15-001, les deux classes d'exposition suivantes devront être spécifiées :

- XC4 : corrosion induite par la carbonatation – alternance humidification/séchage
- XF1 : attaque par les cycles de gel/dégel avec ou sans agents de déverglaçage – saturation d'eau modérée sans agent de déverglaçage.

En effet, outre le gel, le risque de corrosion par la carbonatation est un facteur de dégradation possible. Une autre approche permise par la norme NBN B 15-001 est la spécification de la classe d'environnement EE3 : application extérieure – gel et contact avec la pluie.

Tableau 1 Relation entre les classes d'environnement et les classes d'exposition (NBN B 15-001, à paraître).

CLASSES D'ENVIRONNEMENT			CLASSES D'EXPOSITION	
CLASSE	DESCRIPTION	EXEMPLES	BNA ⁽¹⁾	BA ⁽²⁾ ou BP ⁽³⁾
E0	Environnement non agressif	–	X0	Pas d'application
EI	Application intérieure	Parois intérieures des habitations et des immeubles de bureaux	X0	XC1
EE	Application extérieure			
EE1	Pas de gel	Fondations sous le niveau de gel	X0	XC2
EE2	Gel, mais pas de contact avec la pluie	Garages ouverts couverts, vides sanitaires, passages ouverts dans un bâtiment	XF1	XC3, XF1
EE3	Gel et contact avec la pluie	Murs extérieurs exposés à la pluie	XF1	XC4, XF1
EE4	Gel et agents de déverglaçage (présence d'eau contenant des agents de déverglaçage provenant de la fonte sur place, de projections ou d'un ruissellement)	Éléments d'infrastructures routières	XF4	XC4, XD3, XF4
ES	Environnement marin			
	<i>Pas de contact avec l'eau de mer, mais bien avec l'air marin jusqu'à 3 km de la côte et/ou avec de l'eau saumâtre</i>			
ES1	Pas de gel	Fondations sous le niveau de gel exposées à l'eau saumâtre	XA1	XC2, XS2, XA1
ES2	Gel	Murs extérieurs de bâtiments exposés à la pluie en zone côtière	XF1	XC4, XS1, XF1
	<i>Contact avec l'eau de mer</i>			
ES3	Éléments exposés aux marées et aux éclaboussures	Murs de quai	XF4, XA1	XC4, XS3, XF4, XA1
ES4	Éléments immergés	–	XA1	XC1, XS2, XA1
EA	Environnement agressif			
EA1	Environnement à faible agressivité chimique selon le tableau 2 de la NBN EN 206-1:2001	–	XA1	XA1
EA2	Environnement d'agressivité chimique modérée selon le tableau 2 de la NBN EN 206-1:2001	–	XA2	XA2
EA3	Environnement à forte agressivité chimique selon le tableau 2 de la NBN EN 206-1:2001	–	XA3	XA3

(1) Béton non armé. (2) Béton armé. (3) Béton précontraint.

Il est à noter que l'interdiction des adjuvants à base de chlorures (ex. chlorure de calcium) a été étendue au béton armé.

4 CONCLUSION

Nous avons présenté ici les principales modifications apportées, dans la norme NBN

B 15-001, aux classes d'exposition, aux classes de résistance et à la teneur en chlorures des bétons. Nous traiterons, dans un prochain article, des modifications portant sur les classes de consistance, les exigences de durabilité, l'introduction des bétons types, l'identification de la répartition des responsabilités techniques entre le prescripteur, le producteur et l'utilisateur. ■

 www.cstc.be
 LES DOSSIERS DU CSTC N° 3/2004
 Tableaux des classes d'exposition et des valeurs limites des classes d'exposition correspondant aux attaques chimiques des sols naturels et des eaux souterraines.

La résistance à l'usure est l'une des caractéristiques les plus importantes des matériaux de revêtement de sol, car elle conditionne la durabilité de leur aspect ainsi que la facilité d'entretien. Diverses recommandations ont déjà été formulées dans des publications antérieures du CSTC (par exemple, la NIT 137 – en révision – ou la NIT 213). Afin de tenir compte de l'évolution des normes et documents techniques de référence parus depuis lors et de synthétiser l'information pour les céramiques et les pierres naturelles, le CSTC publie un article au sujet des normes, des classes d'usage et des méthodes d'essai, ainsi qu'une Infocarte reprenant une série de recommandations pratiques.

L'usure des revêtements de sol durs

TYPE D'ESSAI	NORME DE RÉFÉRENCE	CARREAUX CÉRAMIQUES		PIERRE NATURELLE
		ÉMAILLÉS	NON ÉMAILLÉS	
PEI	EN ISO 10545-7	X	–	–
Capon (7 cm)	prEN 14157	–	–	X
Capon (1 cm)	EN ISO 10545-6	–	X	–
Amsler	NBN B 15-223	–	X	X
Taber	ASTM D4060	X*	–	–

X : d'application – : pas d'application * : essai issu d'une norme américaine et peu utilisé en Europe pour les matériaux durs.

CLASSE D'UTILISATION DU SOL

Le choix du matériau nécessite de déterminer au préalable la classe d'utilisation du sol à revêtir. Il est évident que le sol d'un hall de gare est différemment sollicité par l'usure que celui d'une salle de bains. Pour cette raison, les normes en vigueur distinguent ce que l'on appelle des "classes d'utilisation". Malheureusement, la définition des classes n'est pas uniforme et dépend du matériau considéré (et donc de la norme). C'est ainsi que l'on retrouve :

- 5 classes pour les carreaux céramiques émaillés (définies dans la NBN EN 14411)
- 5 classes pour les carreaux céramiques non émaillés (différentes des précédentes et définies dans la NBN B 27-011)
- 3 classes pour les dallages en pierre naturelle (définies dans la NIT 213).

Notons que, pour les carreaux céramiques, il

existe également un classement UPEC (utilisé en France) qui diffère sensiblement de celui des deux normes précitées.

APTITUDE À L'EMPLOI DU CARREAU

Après avoir déterminé la classe d'utilisation du sol, il est nécessaire de vérifier que le carreau est apte à être utilisé pour cette classe. Ceci ne peut être vérifié que par des essais d'usure réalisés en laboratoire. Ici encore, l'uniformité n'est pas de mise, en ce sens que les méthodes d'essai diffèrent selon le type de matériau. Le tableau ci-dessus indique les méthodes possibles en fonction du matériau.

Les cases de teinte claire désignent les essais recommandés, c'est-à-dire ceux pour lesquels il existe actuellement des critères précis, publiés soit dans les normes, soit dans les NIT, permettant de définir l'appartenance du carreau à l'une ou l'autre classe.

Il est important que les fiches techniques mentionnent au minimum les résultats de ces es-

sais avec les références normatives correctes, afin d'éviter toute confusion sur la méthode d'essai utilisée. De même, si une classe d'utilisation y est mentionnée, une référence doit être faite vers la norme (ou la NIT) où sont définies ces classes. ■

 www.cstc.be

- Article complet : Les Dossiers du CSTC n° 3/2004
- Infocarte



 Fabrice de Barquin, ir., Jörg Wijnants, ing., et Tinne Vangheel, ir.

Le décollement et la fissuration des carrelages muraux dans les locaux humides et plus spécifiquement sur les parois exposées aux projections d'eau, comme par exemple dans les douches publiques ou privées, sont des phénomènes courants et parfois acceptés, à tort, comme une fatalité. Ces phénomènes se manifestent sur des supports divers, le plus souvent à base de plâtre. Ils peuvent également être observés sur une infrastructure composée de panneaux en fibres de bois. Dans certains cas, un bombement peut être constaté et ce, qu'il s'agisse d'un cintrage mesuré sur la hauteur de la paroi ou d'un "gonflement" localisé. Ces désordres s'accompagnent parfois de passages d'eau au travers de la paroi.

✍ Olivier Vandooren, ing., chef adjoint de la division Communication

Collaboration : F. de Barquin, ir., animateur du CT 'Revêtements durs de murs et de sols'

De manière générale, le phénomène de décollement et de fissuration peut concerner tant les carreaux posés en couche mince (colle, mortier-colle) que ceux posés en couche épaisse (pose traditionnelle) et ce, quels que soient leur format (lorsqu'on évoque le risque de décollement) ou leur nature (p. ex. céramique, pierre naturelle).

Lorsque de tels désordres se manifestent dans des locaux sanitaires sur des parois soumises à des projections d'eau, deux constatations s'imposent :

- d'une part, le décollement et, plus rarement, la fissuration s'amorcent majoritairement à la base de la surface carrelée, soit sur les premières rangées de carreaux, soit au voisinage immédiat du raccord avec l'appareil sanitaire (baignoire, réceptacle de douche)
- d'autre part, les deux phénomènes se développent à l'interface entre la couche d'adhérence (mortier-colle, colle) et le support; lorsque ce dernier est constitué d'un enduit à base de plâtre, de carreaux ou de plaques de plâtre, le décollement va de pair avec l'arrachement d'une pellicule du support.

1 ORIGINE DES DÉSORDRES

La fissuration comme le décollement du revêtement mural résultent d'une mise sous tension du carrelage au-delà du niveau de contrainte qu'il est capable de reprendre sans se rompre. C'est ainsi que la formation de fissures ouvertes ou fermées est la conséquence directe d'une rupture, respectivement en trac-

Carrelages muraux

Décollement et/ou fissuration des revêtements intérieurs soumis aux projections d'eau



Fig. 1 Décollement d'un carrelage mural dans une cabine de douche.

tion ou en compression du carrelage, tandis qu'un décollement sera plutôt symptomatique d'une rupture en cisaillement. Ces contraintes, quelles qu'elles soient, trouvent leur origine dans les déformations différentielles du revêtement, de la couche de collage et du support. Ces deux derniers peuvent en outre voir leurs performances initiales réduites lorsqu'ils sont soumis à une humidification, et peuvent même être le siège d'une réaction chimique entre les composants qui les constituent.

Dans ces conditions, le décollement et/ou la fissuration d'un carrelage mural traduit trois types de mécanismes :

- A. des tensions excessives au sein des différentes couches de la paroi verticale ou à leur interface, lesquelles peuvent être dues au retrait et/ou au fluage du support (*) ou encore à l'humidification du support, p. ex. lorsque celui-ci est composé de panneaux à base de bois (→ encadré A en p. 10)
- B. une adhérence insuffisante entre couches (cf. Infofiche "Performances d'adhérence des carrelages muraux" → www.cstc.be) ou une cohésion du support initialement trop

(*) Ce processus n'est pas développé dans le cadre du présent article (cf. CSTC-Magazine 3/95, p. 23-33).

faible, voire encore réduite sous l'incidence de facteurs externes, tels que l'humidification de la paroi (→ encadré B, page 11, pour les supports à base de plâtre)

- C. un accroissement des tensions dans le complexe support/carrelage, combiné à une réduction de l'adhérence telle qu'évoquée ci-avant. A cela s'ajoute le risque de réaction chimique, dans des conditions d'humidité particulières, entre les composants des matériaux mis en œuvre (p. ex. formation d'ettringite → encadré C en page 11).

2 HUMIDIFICATION DU COMPLEXE SUPPORT/CARRELAGE MURAL

Le processus de fissuration et/ou de décollement d'un carrelage mural évoqué ci-avant peut par conséquent être directement lié à l'humidification du support et éventuellement du produit de collage.

Pour une surface carrelée soumise à des projections d'eau (ex. parois d'une douche), l'humidification de l'infrastructure peut être consécutive :

- au passage de l'eau au travers du revêtement mural, dont les performances d'étanchéité ne peuvent jamais être garanties (ex. porosité et risque de fissuration des joints)
- au contournement d'un joint d'étanchéité réalisé au raccord avec un accessoire, un appareil sanitaire ou un percement.

3 PRÉVENTION DES DÉSORDRES

Pour limiter les risques de fissuration et/ou de décollement d'un carrelage mural soumis à des projections d'eau, il importe :

- de privilégier le choix d'un support insensible à l'eau (ex. enduit à base de ciment)
- de prévoir un système d'étanchéité *ad hoc* lorsque le support est sensible à l'eau (ex. tout élément à base de plâtre ou de bois) et/ou lorsque la paroi doit être étanche à l'eau (→ encadré E, page 11)
- d'avoir recours à un produit de collage insensible à l'eau
- de veiller à la conception, à l'exécution et à l'entretien corrects des joints souples à prévoir aux endroits où des déformations relatives sont à craindre (→ encadré D, p. 11).

4 REMÈDES

Les problèmes de décollement et/ou de fissuration des revêtements muraux soumis à des projections d'eau sont souvent difficiles à résoudre sans envisager un reconditionnement complet du système constructif. Si une fissure verticale au raccord d'un support fractionné (ex. jonction entre deux panneaux) peut être corrigée en réalisant un joint souple à cet endroit, cette disposition devient généralement insuffisante lorsque le processus s'accompagne d'un décollement des carreaux. Dans ce dernier cas, les solutions envisageables sont fonction de la nature du support et de l'importance des dégâts observés.

• Support à base de plâtre (enduit, carreau, plaque de plâtre)

En tant que matériau sensible à l'eau, le plâtre ne peut être recouvert d'un carrelage mural sans interposition d'un système d'étanchéité *ad hoc* lorsque la paroi est soumise aux projections d'eau directes. Cette protection doit par ailleurs être mise en œuvre sur un support non dégradé par l'humidité. En cas de dégradation par l'humidité, soit généralement lors de la rénovation d'un revêtement mural décollé qui aura été enlevé complètement, le support devra être réparé aux endroits le nécessitant et être recouvert d'une membrane d'étanchéité spécialement conçue à cet effet.

• Support constitué de panneaux sensibles à l'eau (ex: panneaux à base de bois ou de cellulose)

Dans l'éventualité où le cintrage des panneaux a occasionné le décollement des carreaux, ceux-ci ne pourront être conservés que sous réserve de pouvoir être redressés par des fixations mécaniques complémentaires. Le cas échéant, leur recouvrement par un système d'étanchéité *ad hoc* permettra de réduire le ris-

que de déformation ultérieure (en protégeant les panneaux d'une humidification directe). Le traitement des joints verticaux où se concentrent généralement les déformations relatives se fera en outre conformément aux directives du fabricant, sachant qu'il est toujours recommandé d'avoir recours à des systèmes complets existants.

Si le décollement des carreaux est dû à une adhérence initiale trop faible sur un support insensible à l'eau, on veillera, lors de la repose des carreaux, à garantir une surface de contact suffisante avec le produit de collage (voir recommandations de l'ATG éventuel – minimum 60 % de la surface du carreau pour des applications intérieures). ■



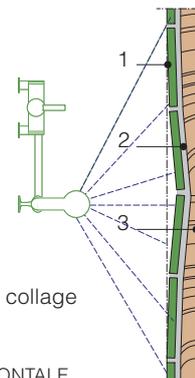
A. HUMIDIFICATION DES SUPPORTS COMPOSÉS DE PANNEAUX À BASE DE BOIS

Les panneaux à base de bois et en particulier les panneaux à base de particules de bois liées à la colle ou au ciment sont des supports sensibles aux déformations d'origine hygrique. En tant que matériau hygroscopique, le bois qui compose ces produits est susceptible de se déformer sous l'influence des variations du taux d'humidité relative de l'air du local dans lequel ils sont entreposés (déformations jusqu'à 0,5 % dans le sens tangentiel par % de variation du taux d'humidité de l'air), *a fortiori* lorsqu'ils sont soumis à une humidification directe. Le gonflement de certains panneaux à base de bois, même prévus pour un usage en ambiance humide (classe 2 selon l'Eurocode 5 – ex. : salle de bains) peut parfois atteindre 12 % après 24 heures d'immersion dans l'eau (NBN EN 317).

Lorsque de tels panneaux sont utilisés dans des locaux humides comme support de carrelages muraux (intrinsèquement non étanches à l'eau) sans autre protection complémentaire, ils peuvent être soumis à :

- une humidification directe si la paroi est sujette à des projections d'eau
- aux fluctuations du taux d'humidité relative de l'air.

Le gonflement résultant ne s'établissant pas de manière symétrique de part et d'autre des panneaux (l'humidification ne concernant généralement que l'une des faces), ces derniers auront tendance à s'allonger, mais également à se cintrer (allongement différentiel sur l'épaisseur du panneau). Le cas échéant, tant l'ossature que les fixations seront sollicitées pour reprendre, généralement partiellement, les tensions induites. En pratique, ceci se traduira bien souvent par un léger cintrage du support du carrelage (dont les points d'inflexion se localiseront au droit des jonctions entre panneaux et/ou des points de fixation). Compte tenu de la dissymétrie structurale de la paroi, ce même processus pourrait également survenir dans l'éventualité d'un retrait des panneaux.



1. Carrelage
2. Couche de collage
3. Panneau

COUPE HORIZONTALE

Fig. 2 Cintrage de panneaux à base de bois servant de support à un carrelage mural (point d'inflexion au droit du joint vertical entre panneaux).

Dans de telles conditions :

- le risque de décollement sera maximal au bord du revêtement ou au voisinage des joints de fractionnement (le risque de fissuration étant minimum à cet endroit)
- le risque de fissuration du carrelage sera maximal à l'endroit où les contraintes de traction se seront entièrement substituées aux contraintes de cisaillement (le risque de décollement étant alors minimum), ainsi qu'aux jonctions entre panneaux où se concentrent les déformations relatives.

Remarque : d'autres types de panneaux utilisés comme support de carrelage peuvent également être sensibles à l'eau (faible stabilité hygrique) et ce, généralement lorsqu'un ou plusieurs de leurs composants le sont eux aussi (ex. panneaux à base de fibres cellulosiques).



INFORMATIONS UTILES

Contact

www.cstc.be (rubrique Services / Avis techniques)

Documents téléchargeables

- Infofiche "Performances d'adhérence des carrelages muraux"
- Infofiche "Classes de climat intérieur"
- Décollement des carrelages muraux intérieurs, CSTC-Magazine n° 3/1995
- NIT 227 "Carrelages muraux".

La version complète du présent article est également disponible sous forme d'Infofiche consultable sur notre site Internet (www.cstc.be).

B. HUMIDIFICATION DES SUPPORTS À BASE DE PLÂTRE

Associé à l'eau de gâchage, le plâtre ou sulfate de calcium anhydre (SO_4Ca) se présente sous forme de sulfate de calcium dihydraté ($\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), cristallisé en fines aiguilles enchevêtrées. Le plâtre durci et sec est généralement caractérisé par une cohésion voisine de $0,3 \text{ N/mm}^2$, alors que les agréments techniques des mortiers-colles imposent une résistance minimale à l'arrachement du produit de collage de $0,5 \text{ N/mm}^2$ dans les conditions de laboratoire. Outre cette cohésion initiale faible, mais généralement suffisante pour un enduit recouvrant des parois intérieures non structurales ou faiblement sollicitées et stabilisées, le plâtre présente également une faible résistance à l'humidification directe. L'humidification du plâtre déjà durci (enduit, plaque de plâtre, carreau) a pour effet de perturber le réseau cristallin du matériau en provoquant une hydratation secondaire du sulfate de calcium dihydraté. Il perd ainsi une partie de sa cohésion initiale, favorisant le risque de décollement des carreaux collés sur ce support. Certains carreaux ou plaques de plâtre peuvent avoir fait l'objet d'un traitement d'hydrofugation. Le cas échéant, la pose de tels éléments est généralement autorisée dans des locaux caractérisés par un taux d'humidité relative plus élevé (par ex. jusqu'à la classe de climat III → Infofiche "Classes de climat intérieur") sans pour autant être soumis à une humidification régulière.

D. RECOMMANDATIONS CONCERNANT LES JOINTS SOUPLES

La largeur, de même que le rapport largeur/épaisseur du joint souple seront déterminés en fonction des mouvements prévus et de la déformabilité du produit utilisé. On se référera à ce sujet aux directives de la fiche technique et/ou de l'agrément technique du produit, ainsi qu'aux recommandations formulées dans l'article "L'étanchéité du joint entre un mur et une baignoire en matière acrylique" (CSTC-Revue n° 1/1986).

Pour garantir la pérennité d'un joint souple, il importe :

- d'obtenir une bonne adhérence du mastic, en le mettant en œuvre sur un support propre, sain, sec et exempt de graisse
- d'autoriser une déformation du mastic sur la largeur totale du joint, ce dernier ne pouvant adhérer que sur deux des faces opposées (lèvres); le placement d'un fond de joint doit généralement être prévu à cet effet (figure 4)
- de limiter l'ampleur des déformations prévisibles en posant, par exemple, une pièce d'appui complémentaire au support de l'appareil sanitaire (figures 4 et 5)
- de veiller à la continuité du système d'étanchéité vertical éventuel au raccord avec le joint souple (figure 5)
- de procéder à un contrôle (et éventuellement à un entretien) régulier du joint souple, comprenant un examen visuel de la surface du cordon de mastic, une vérification de l'adhérence de ce dernier au support et un remplacement des parties défectueuses.

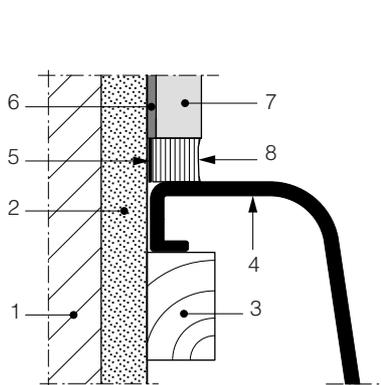


Fig. 4 Exemple de joint souple avec bande de fond de joint de faible épaisseur.

1. Mur
2. Enduit
3. Pièce d'appui
4. Baignoire
5. Bande de fond de joint de faible épaisseur
6. Couche de pose
7. Carrelage
8. Mastic souple

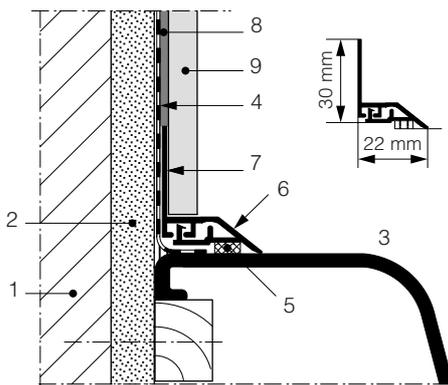


Fig. 5 Joint souple préformé au raccord d'une baignoire et d'un carrelage.

1. Mur
2. Enduit
3. Baignoire
4. Membrane d'étanchéité ad hoc
5. Joint adhésif ad hoc
6. Aile souple du joint préformé
7. Aile rigide du joint préformé
8. Couche de pose
9. Carrelage

C. FORMATION D'ETTRINGITE

Lorsque le support du carrelage est constitué de plâtre (enduit, carreau, plaque, ...), les sulfates (SO_4^{--}) composant ce dernier peuvent réagir, en milieu humide, avec l'aluminate tricalcique du ciment (C_3Al) éventuellement contenu dans le produit de collage (ex. mortier-colle). Se développe alors à l'interface du mortier-colle et du support à base de plâtre un sel expansif, également appelé ettringite secondaire par opposition à l'ettringite primaire formée lors de la mise en œuvre des carreaux. Ce processus s'accompagne généralement :

- d'une décohesion de la couche superficielle de mortier-colle et du support en plâtre et, donc, d'une perte d'adhérence des carreaux (d'où risque de décollement)
- d'un gonflement des couches sous-jacentes au revêtement mural, sollicitant directement ce dernier en traction et pouvant être à l'origine de la formation de fissures ouvertes.

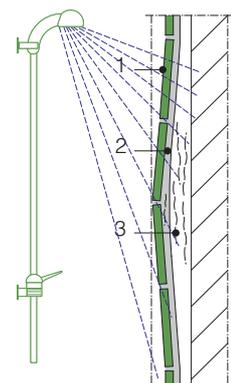


Fig. 3 Bombement et fissuration du carrelage occasionnés par l'ettringite secondaire.

1. Carrelage
2. Mortier-colle
3. Support à base de plâtre

E. PROTECTION DES PAROIS

Pour garantir des performances d'étanchéité à l'eau sur l'ensemble de la paroi, le système de protection à prévoir sera fonction de la nature du support et de la classe d'exposition envisagée. Selon les recommandations de la NIT 227 "Carrelages muraux", il peut s'agir :

- d'un enduit de dressage à base de ciment
- d'un enduit hydrofuge (à base de ciment et/ou de résines)
- ou de tout autre système spécialement conçu à cet effet (de préférence sous forme de membrane).

Couvrant un large éventail de thèmes, les recherches menées au CSTC se focalisent sur la pratique et tentent d'obtenir des résultats directement utilisables par les professionnels de la construction. Le Centre propose en outre des recherches sous contrat et des services d'agrément dans le but de développer de nouvelles technologies et des produits innovants.

1 ASPECTS HYGROTHERMIQUES DES TOITURES

Les problèmes de condensation dans les toitures à versants et les couvertures métalliques sont monnaie courante. Le CSTC mène actuellement une vaste campagne de recherche en vue de limiter les risques de formation d'humidité dans ce type de toitures, en tenant compte des techniques de construction et des conditions limites en vigueur en Belgique. Cette recherche doit déboucher sur l'adaptation d'une série de normes en la matière. Ainsi, par exemple, des spécifications nationales seront élaborées et annexées à la norme européenne NBN EN ISO 13788 relative à la méthode de Glaser et des modifications de la norme NBN EN 12114 seront proposées de manière à ce qu'elle soit mieux adaptée à l'évaluation des éléments de construction très étanches à l'air (ex. composants des systèmes d'étanchéité). La recherche a déjà permis de constituer une banque de données relative au climat intérieur. Actuellement en cours d'analyse, celle-ci entraînera sans doute une adaptation des règles de détermination du type de sous-toiture et de pare-vapeur pour toitures inclinées, compte tenu des possibilités et des limites actuelles en matière d'étanchéité à l'air, et de l'offre de produits et de systèmes. Les résultats obtenus seront intégrés dans une Note d'information technique sur l'isolation thermique des toitures à versants et seront diffusés par le biais de la Guidance technologique 'Techniques durables pour la mise en œuvre des toitures et des parois extérieures légères'.



DÉPARTEMENT PHYSIQUE DU BÂTIMENT ET ÉQUIPEMENTS

Humidité en toiture : impact des conditions limites et des techniques de construction en vigueur en Belgique

- Contact : Filip Dobbels (info@bbri.be)
- Agenda : achèvement de la recherche en décembre 2004

Projets de recherche et développement

2 INCIDENCE DES BÂTIMENTS SUR L'ENVIRONNEMENT

À l'instar des autres secteurs industriels, le secteur de la construction exerce une influence non négligeable sur l'environnement, que ce soit lors de la production des matériaux ou durant les activités mêmes de construction et de démolition. Toutefois, c'est au cours de leur utilisation que les bâtiments nuisent le plus à l'environnement. Pour déterminer l'impact global d'un bâtiment sur l'environnement, il importe par conséquent de tenir compte de l'ensemble de son cycle de vie. Pour ce faire, des méthodes d'évaluation objectives sont actuellement mises au point dans différents pays européens. De son côté, l'Organisation internationale de normalisation (ISO) élabore une norme internationale concernant l'influence du cadre bâti sur l'environnement. Le CSTC étudie, quant à lui, l'application concrète de ces méthodes ISO au contexte belge. Il a par ailleurs collaboré à une étude européenne portant sur la comparaison de neuf méthodes d'évaluation de l'influence du bâti sur l'environnement. L'objectif de cette étude est de formuler une série de recommandations en vue d'une approche européenne harmonisée tenant compte du contexte et des usages nationaux.

3 APPORT DE LA MICROSCOPIE DANS L'ÉTUDE DES MATÉRIAUX

L'analyse microscopique occupe une place de premier plan parmi les techniques de laboratoire actuellement utilisées au sein du CSTC afin d'acquérir une meilleure connaissance des matériaux de construction. Cet outil puissant permet non seulement d'identifier les phases minérales présentes dans le matériau et de caractériser finement les microstructures, mais également de mieux comprendre, voire de prédire et de modéliser les principales propriétés du matériau sur le plan macroscopique. L'ana-



lyse microscopique permet aussi de suivre l'évolution de la durabilité des matériaux *in situ* ou après essai, étant donné que la plupart des propriétés physiques et mécaniques des matériaux sont déterminées par leur microstructure (pores, fissures, ...). Les applications, nombreuses, concernent tant les matériaux traditionnels, tels que la pierre naturelle, le béton, la brique de terre cuite, ..., que les matériaux nouveaux comme les mortiers-colles, les plaques 'zeogyp' ou encore les matériaux autonettoyants. ■



DÉPARTEMENT MATÉRIAUX, TECH- NOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Mise au point d'une méthode normalisée d'évaluation de l'incidence des bâtiments sur l'environnement

- Contact : Johan Van Dessel (info@bbri.be)
- Agenda : achèvement de la recherche le 31-08-05

PRESCO – Practical recommendations for sustainable construction

- Contact : Jan Desmyter, Katrien Putzeys (info@bbri.be)
- Agenda : achèvement de la recherche le 31-12-04
- Site Internet : www.etn-presco.net

Méthodologie d'identification et de quantification des fibres minérales présentes en proportion limitée dans les matériaux de construction

- Contact : Dominique Nicaise (info@bbri.be)
- Agenda : recherche achevée en mars 2004

Caractérisation des pierres wallonnes dans le cadre de leur marquage CE 2003-2004

- Contact : Dominique Nicaise (info@bbri.be)
- Agenda : recherche achevée en juin 2004

Spécifications nationales pour l'utilisation de la pierre naturelle en construction

- Contact : Fabrice de Barquin (info@bbri.be)
- Agenda : achèvement de la recherche en septembre 2006

Outre les *guidances technologiques* (GT) subsidiées par la Région wallonne (DGTRE) et par la Région flamande (IWT), cette dernière finance également des projets dits de "stimulation thématique à l'innovation" (STI). Nous évoquons ci-dessous brièvement l'un d'entre eux, non sans avoir présenté deux autres *Guidances technologiques*.

GT INSTALLATIONS DE CLIMATISATION ET CONFORT INTÉRIEUR

Cette GT s'adresse aux installateurs de systèmes HVAC (chauffage, ventilation et conditionnement d'air) ainsi qu'aux entrepreneurs de travaux d'isolation, aux architectes et aux bureaux d'études concernés par la conception de bâtiments et/ou la conception et le dimensionnement d'installations techniques. Toujours axés sur le chauffage central et ses évolutions technologiques, les objectifs 2004-2005 s'articulent plus spécialement autour :

- de l'étanchéité à l'air des bâtiments
- du choix, de la mise en œuvre et des performances des systèmes de ventilation pour le logement et le non-résidentiel
- de la performance énergétique des bâtiments et de leurs installations techniques.

GT MISE EN ŒUVRE DES BÉTONS SPÉCIAUX

Avec la multiplicité des bétons spéciaux, le besoin d'informations se fait sentir de façon croissante. Les ouvrages en béton se voient imposer des exigences toujours plus sévères (durabilité, performances mécaniques, etc.); la technologie doit être adaptée et gagne en complexité, si bien qu'on réalise des bétons à la mesure de chaque ouvrage et que les adjuvants et autres additifs y jouent un rôle de plus en plus important. Entreprises de gros œuvre et de travaux publics, producteurs de béton et de produits du béton, de ciment, de granulats ou d'adjuvants, architectes et bureaux d'études peuvent faire appel gratuitement à cette *Guidance* pour des conseils (problèmes technologiques, techniques nouvelles) ou pour l'accompagnement de projets innovateurs.

STI CONSTRUCTION INDUSTRIELLE FLEXIBLE ET DÉMONTABLE

La construction industrielle flexible et démontable vise à optimiser davantage la filière cons-

truction par une approche plus axée sur les processus. Financé par la Région flamande, ce service a été créé conjointement par le CSTC et la FEBE en collaboration avec la KULeuven, en vue d'encourager et de soutenir, dans leurs efforts d'innovation, les entrepreneurs d'ouvrages industriels et les fabricants de produits préfabriqués en béton, en synergie avec les auteurs de projets et les maîtres d'ouvrages. ■



INFORMATIONS UTILES

Contacts

- GT Installations de climatisation et confort intérieur : C. Delmotte, J. Schietecat
 - GT Mise en œuvre des bétons spéciaux : V. Dieryck, J. Desmyter
 - STI Construction industrielle flexible et démontable : J. Van Dessel, K. Putzeys
- E-mail : info@bbri.be

Les Antennes Normes ont été créées afin d'aider les PME à se retrouver dans le dédale des normes belges et européennes. Ces dernières étant appelées à prendre progressivement le pas sur l'arsenal normatif national, les entreprises de construction ont intérêt à y être préparées.

AN EUROCODES

- Les *annexes nationales* (ANB) des EN 1990 (bases du calcul), EN 1991-1-1 (charges) et EN 1991-1-2 (feu) sont terminées et lancées pour vote formel par l'IBN, auprès duquel ces documents sont disponibles pour avis. Rappelons que les normes définitives munies de leur ANB remplaceront sous peu les normes belges traitant du même sujet.
- Bientôt un 2^e cycle de formation sur les Eurocodes ! Vu le succès rencontré par la première édition, le KVIV et la FABI proposeront un 2^e cycle, qui devrait être organisé dès novembre 2004 et serait davantage orienté vers des applications pratiques, des études de cas, ... Plus de détails sur cet événement sur le site de l'AN. Pour être tenu au courant, n'hésitez pas à nous envoyer un courriel (antenne.eurocodes@bbri.be).

Antennes Normes : news

AN ACOUSTIQUE

Une proposition de révision de la norme NBN S 01-400 de 1977 relative aux critères d'isolation acoustique a été présentée par la KULeuven, le CSTC et leurs partenaires au cours d'une journée d'études organisée à Anvers le 9 juin dernier par le KVIV (*Koninklijke Vlaamse Ingenieursvereniging*). Cette nouvelle proposition de norme a été soumise à l'IBN le 26 juin 2004.

AN PRÉVENTION AU FEU

- Placement de *portes résistant au feu* : l'agrément des placeurs de portes résistant au feu par le SPF Intérieur est annulée par un arrêt du Conseil d'Etat. Il faut cependant relativiser cette décision déplorée par le monde de la prévention incendie. Des infos sur ses conséquences sur la marque BENOR-ATG, l'agrément des placeurs et la certification par l'ISIB sur notre site Internet.
- Mi-avril 2004, le SPF Intérieur a diffusé les recommandations relatives à la *résistance au feu des traversées d'éléments de construction* par voie de circulaire ministérielle aux Gouverneurs des provinces, chargés de les transmettre aux bourgmestres (→ article en page 5).

AN ENERGIE ET CLIMAT INTÉRIEUR

Plusieurs normes relatives à la ventilation des bâtiments ont été publiées depuis le début de l'année. Parmi elles, on retiendra particulièrement les 3 suivantes, orientées vers la pratique : EN 13465:2004 (calcul des débits d'air dans les logements), EN 14134:2004 (essais de performances et contrôles d'installation des systèmes de ventilation résidentiels) et EN 14239:2004 (mesure de l'aire superficielle des conduits). Pour plus d'informations sur l'objet de ces normes, nous vous invitons à consulter le site Internet des Antennes Normes. ■



INFORMATIONS UTILES

Contacts (e-mail : info@bbri.be)

- AN Eurocodes : B. Parmentier
- AN Prévention au feu : Y. Martin
- AN Energie & climat int. : C. Delmotte
- AN Acoustique : M. Blasco

Liens utiles

- Site Internet des Antennes Normes : www.normes.be
- Site Internet de l'IBN : www.ibn.be



Construire est une activité éminemment complexe qui implique de nombreux corps de métier exerçant chacun une spécialité différente, mais appelés à œuvrer ensemble sur chantier. C'est pour répondre à leurs besoins spécifiques que le CSTC a créé un Comité technique (CT) pour chacun d'eux. Particularité du fonctionnement du Centre, les CT constituent un véritable maillon entre les chercheurs et les professionnels de la construction.

Les entrepreneurs de construction sont représentés directement dans les Comités techniques, au sein desquels il peuvent compter sur l'appui des animateurs désignés par le Centre. Outre des entrepreneurs, les CT se composent d'industriels, de représentants des pouvoirs publics, de professeurs d'université et d'auteurs de projets. Le CSTC compte aujourd'hui quinze Comités techniques : onze d'entre eux sont dédiés à une discipline particulière (gros œuvre - chauffage et climatisation - peinture, revêtements souples pour murs et sols - revêtements durs de murs et de sols - vitrerie - étanchéité - couvertures - plomberie sanitaire

Les Comités techniques ou l'exception belge

et industrielle, installations de gaz et couvertures métalliques - menuiserie - plafonnage et jointoyage - pierre et marbre), les autres couvrant un champ d'action plus large (par exemple, acoustique, hygrothermie, gestion).

RECHERCHE COLLECTIVE ...

Via l'action des CT, le secteur participe à l'orientation des travaux menés par le CSTC. Cette approche, qui suscite l'intérêt au-delà de nos frontières, garantit une adéquation aussi étroite que possible entre les activités de recherche et les besoins quotidiens du secteur. Sorte de passerelle entre les chercheurs et les entrepreneurs, les CT permettent aux praticiens de trouver des solutions concrètes à leurs problèmes techniques et ce, grâce à l'information produite et communiquée par le CSTC. La recherche collective ne trouve sa pleine raison d'être que lorsqu'elle cherche à répondre aux besoins actuels et futurs du plus grand nombre.

... ET DIFFUSION DE L'INFORMATION

Outre la recherche, le CSTC a également pour mission de mettre le fruit de ses travaux au service de tout le secteur de la construction. Parmi les publications éditées par le Centre, les Notes d'information technique occupent une place de choix. Conçues le plus souvent comme des codes de bonne pratique, ces documents thématiques sont établis par des groupes de travail généralement créés à l'initiative d'un ou de plusieurs Comités. S'appuyant sur la compétence d'un vaste *panel* de spécialistes et de praticiens du secteur, les NIT se veulent simultanément proches des réalités du terrain et novatrices quant aux solutions proposées.

Pour vous informer plus en détail sur les activités des principaux Comités techniques, nous avons choisi de leur réserver un espace dans ces colonnes. Le Comité technique "Pierre et marbre" inaugure ainsi cette série. ■



LE CT 'PIERRE ET MARBRE'

Président : H. Vanderlinden (entrepreneur)
Ingénieur-animateur : F. de Barquin (CSTC)

Tous les acteurs du secteur de la Pierre sont représentés dans le Comité "Pierre et marbre". Lorsque ce dernier émet des souhaits concrets en matière de recherche et que ceux-ci nécessitent l'engagement de moyens d'investigation importants, le CSTC se charge d'établir les dossiers *ad hoc* et de les soumettre aux instances subsidiaires (européennes, fédérales ou régionales), de manière à obtenir le soutien financier nécessaire au bon déroulement de la recherche.

Quelques exemples de recherches

L'épineux problème du manque de *critères précis pour le choix et l'utilisation de la pierre* concentre actuellement toute l'attention du CSTC. Les normes européennes décrivent de nouvelles méthodes d'essai, sans toutefois définir le niveau de spécification souhaité. Cette situation est comparable à une panoplie d'outils très sophistiqués pour lesquels la notice d'utilisation serait manquante. De plus, la mondialisation des marchés conduit à l'introduction, dans notre pays, de nouvelles pierres dont le comportement sous nos climats est, pour la plupart, inconnu (ex. gel). Pour répondre à ce besoin urgent d'information sur la durabilité des pierres "exotiques", le CSTC a entamé une recherche prénormative de grande envergure visant à établir des annexes nationales aux normes européennes, ainsi qu'un guide pratique pour l'utilisation de la pierre en construction.

D'autres projets de recherche récents concernent la durabilité des granits en atmosphère urbaine, le tachage par oxydation des minéraux métalliques, le tachage externe ou les traitements hydrofuges.

Le CT est tenu informé de l'évolution des recherches en cours et peut à tout moment agir sur l'orientation à leur donner. L'information ainsi produite est toujours valorisée par des publications dont le contenu est soumis et discuté au Comité technique. Dans ce contexte, les Notes d'information technique établies par le CT ces dernières années couvrent des sujets divers.

NIT les plus récentes

- NIT 205 *Pierres naturelles* (1997)
 - description des différentes caractéristiques techniques du matériau à prendre en compte pour son utilisation, et essais correspondants
 - aptitudes d'emploi de la pierre naturelle en construction
 - tailles et finitions courantes
 - fiches techniques relatives aux pierres actuellement les plus utilisées en Belgique.
- Ce document sera prochainement amendé par de nouvelles fiches.
- NIT 213 *Revêtements de sol intérieurs en pierre naturelle* (1999)
 - critères techniques pour le choix d'une pierre en fonction de la destination prévue
 - méthodologie pour le contrôle des pierres avant pose
 - description des quatre techniques de pose les plus répandues.
- NIT 220 *Pierre bleue de Belgique (Petit Granit)* (2001)
 - description des bassins d'exploitation, des caractéristiques de production, des tailles et finitions spécifiques
 - fiche technique commune à l'ensemble des carrières
 - description des particularités de structure de la pierre
 - méthode de réception des pierres façonnées définissant les défauts acceptables en fonction des catégories.



Décidément, les choses bougent pas mal en ce moment au service Publications du CSTC. Dernière nouveauté en date : le CSTC-Mail. Vous en saurez davantage à ce sujet ainsi qu'à propos de nos autres parutions, en lisant les lignes ci-dessous, mais aussi en vous rendant sur notre site Internet.

CSTC-MAIL, C'EST QUOI ?

C'est un service d'information électronique réservé, dans un premier temps, à nos abonnés en ligne, mais aussi aux entrepreneurs qui nous transmettront leur adresse e-mail. Le but est de communiquer rapidement aux professionnels de la construction toutes informations susceptibles de les intéresser. Nous y reviendrons en détail dans notre prochaine édition.

NETTOYAGE DE FAÇADE

Tel est le thème de la 3^e partie du *Guide pour la restauration des maçonneries* qui vient de sortir de presse. Disponible en ligne pour les entrepreneurs (gratuitement) et pour nos abonnés, elle peut aussi être obtenue en version papier; en ce cas, elle est livrée dans un classeur avec les fascicules déjà parus. Pour plus de renseignements, adressez-vous au service Publications (→ encadré ci-contre).

Cette rubrique propose de brèves infos susceptibles d'intéresser les professionnels de la construction dans le cadre de leurs activités quotidiennes.

- **WIS 3.0** est un logiciel européen gratuit, conçu pour déterminer les propriétés thermiques et optiques des systèmes de fenêtre complets et de leurs composants (vitrage, châssis, protection solaire, ...). Puissant et convivial, cet outil s'adresse à un large groupe d'utilisateurs (ingénieurs consultants, fabricants, architectes, personnel enseignant, ...). Le logiciel WIS, dont la première version a été élaborée dans le cadre d'un projet de recherche européen antérieur, a été mis à jour et amélioré ces trois dernières années au sein du réseau WINDAT, qui regroupe 40 partenaires (centres de formation, représentants des organismes de normalisation, ...). Les algorithmes de calcul utilisés sont basés sur les normes internationales, mais aussi sur des méthodes de calcul avancées pour des composants ou des conditions ne faisant l'objet d'aucune norme.

Nouvelles parutions au CSTC

LA NIT 227 BIENTÔT DISPONIBLE ...

Au moment où vous lirez ces lignes, la NIT 227 consacrée aux *carrelages muraux* devrait être sortie de presse ou sur le point de l'être. Vous en apprendrez davantage sur notre site Internet ou dans le CSTC-Mail.

... ET LE CD-ROM 2004 AUSSI !

Une version 2004 copieusement fournie ! Gérez plutôt : outre les 43 dernières NIT, on y trouve, au format pdf, la plupart des éditions de CSTC-Magazine parues depuis 1993 (au

total, quelque 190 articles), les Dossiers du CSTC, les Infofiches n° 1 à 7, les Digests n° 1 à 9, des Rapports et des publications hors série (dont le Guide pour la restauration des maçonneries évoqué plus haut). Le tout en version française et néerlandaise à des conditions avantageuses (rendez-vous sur notre site Internet pour plus d'infos). Commandez-le vite !

LES DOSSIERS DU CSTC N° 2/2004

Pour rappel, les cahiers qui composent Les Dossiers du CSTC sont les versions complètes, uniquement disponibles en ligne, des articles publiés dans CSTC-Contact. Au sommaire du deuxième numéro des dossiers :

- la restauration du Monument des Martyrs de Louvain
- le retrait au jeune âge des bétons spéciaux
- l'éclairage des lieux de travail extérieurs
- les nouvelles directives pour la protection des travailleurs
- la réparation du béton au mortier de ragréage hydraulique
- l'influence de la finition des murs maçonnés sur leurs propriétés acoustiques. ■



INFORMATIONS UTILES

Contact

Service Publications (publ@bbri.be)
Tél. : 02/529.81.00 (de 8h30 à 12h00)
Fax : 02/529.81.10

Lien utile

Site Internet du CSTC :
www.cstc.be



INFORMATIONS UTILES

La recherche a été financée par la Direction générale de l'énergie et des transports de la Commission européenne.

Lien utile

Pour plus d'informations, pour une assistance technique ou si vous désirez télécharger le logiciel gratuit, rendez-vous sur : www.windat.org.

- Destiné aux concepteurs et aux praticiens du gros œuvre, le **Guide technique parasismique belge pour maisons individuelles** est consultable sur le site Internet de l'ULg. On y trouve un résumé de l'étude qui a permis d'établir le principe et des valeurs quantitatives de mesures constructives parasismiques adaptées au contexte de la sismicité belge. Le guide fournit des exemples de dispositions construc-

tives raisonnables, qui ne modifient guère la pratique habituelle et sont peu coûteuses. Consciente de la faible sismicité sur le territoire de notre pays, l'équipe de recherche s'est focalisée sur un ensemble de détails constructifs améliorant la résistance aux séismes des constructions ordinaires qui ne font normalement pas l'objet de calculs particuliers de dimensionnement. Ce document est le fruit d'un travail du Groupe sismique de l'université de Liège, financé par la Politique scientifique fédérale (ex-Services fédéraux des Affaires scientifiques, techniques et culturelles – SSTC) et l'Union européenne. ■



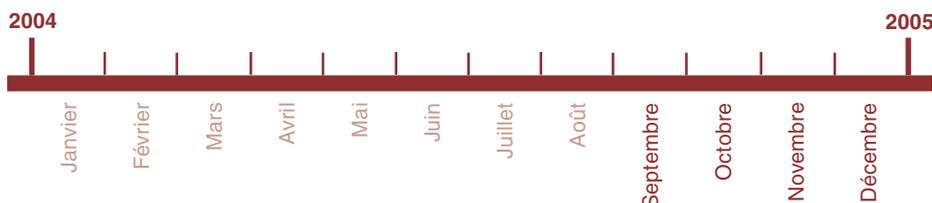
INFORMATIONS UTILES

Lien utile

Pour télécharger le Guide technique parasismique belge pour maisons individuelles : www.ulg.ac.be/matstruc/Download.html

Une des tâches essentielles du CSTC consiste à diffuser les connaissances acquises grâce à la recherche. Les cours et soirées d'étude sont organisés (à notre propre initiative ou sur demande) tant dans nos bureaux qu'à travers tout le pays. Les entrepreneurs de construction ne sont pas les seuls intéressés : architectes, professeurs de l'enseignement technique et tout professionnel impliqué dans l'acte de construire sont également concernés.

Agenda Construction



Les constructions enterrées

- 1^{ère} SOIRÉE**
- Brève description :
 - revue des reconnaissances géotechniques (examen de l'environnement, sondages, ...)
 - interprétation des reconnaissances géotechniques
 - examen des techniques de protection des constructions enterrées contre les infiltrations, sur la base des investigations préconisées
 - exemples
 - pathologie : comment éviter la condensation superficielle sur les parois en contact avec le sol; informations concernant le choix de la protection des constructions enterrées contre les infiltrations; infiltrations au travers des différents ouvrages enterrés; infiltrations via les pieds de façade
 - Groupe cible : entrepreneurs et architectes
 - Où et quand ?
Centre verviétois de formation permanente pour les PME, rue de Limbourg 37 à 4800 Verviers, les 8 et 15 novembre 2004 de 19h00 à 22h00. Ce cours se donnera également, début 2005, à Braine-le-Comte et à Dinant.
- 2^e SOIRÉE**

Placeurs de portes résistant au feu

- Brève description :
notions générales en matière d'incendie et de sécurité en cas d'incendie, réglementation, propriétés des matériaux et des éléments de construction, méthode d'essai et de classification de la résistance au feu, agrément BENOR/ATG des portes résistant au feu, projection vidéo de deux incendies (dancing – tour de bureaux)
- Groupe cible : entrepreneurs menuisiers
- Où et quand ?
CSTC, avenue P. Holoffe 21, 1342 Limelette, les 14, 21, 28 septembre et 1^{er} octobre 2004, de 18h00 à 21h00.

MS Project 2002 sous Windows

- Brève description :
 - introduction à la planification par la méthode des antécédents (PDM)
 - création d'un nouveau projet
 - options de base du logiciel : format de dates, unité de planification, ...
 - utilisation du diagramme de Gantt Wizard pour formater la présentation d'un projet
 - rapport d'un projet : options de mise en page et d'impression
 - modification d'une table et de l'échelle de temps
 - filtrer les activités sur la base de filtres automatiques
 - organisation des activités d'un projet : indentation (*outline*)



INFORMATIONS UTILES

Contact

Jean-Pierre Ginsberg (info@bbri.be)
Tél. : 02/655 77 11
Fax : 02/653 07 29

- copier et coller des informations d'un projet : tâches et cellules
- échange de bibliothèques entre les projets (calendriers, filtres, ...) - *Organizer*
- fractionnement des tâches (*split tasks*)
- attribution de dates imposées aux activités, date d'échéance (*deadline*)
- personnalisation des champs
- organisation des activités d'un projet : codes d'activités
- création d'un modèle de planning (*template*)
- dates imposées de début et de fin sur les activités d'un projet
- suivi d'un projet (introduction de l'avancement)
- Groupe cible : entrepreneurs de construction
- Où et quand ?
CSTC, avenue P. Holoffe 21, 1342 Limelette, les 30 novembre, 7 et 14 décembre 2004, de 13h30 à 18h30.

BRUXELLES

Siège social

 Boulevard Poincaré 79
B-1060 Bruxelles

direction générale

 02/502 66 90
 02/502 81 80

publications

 02/529 81 00
 02/529 81 10

ZAVENTEM

Bureaux

 Lozenberg 7
B-1932 Sint-Stevens-Woluwe
(Zaventem)

 02/716 42 11
 02/725 32 12

avis techniques
communication - qualité
informatique appliquée construction
techniques de planification
développement & innovation

LIMELETTE

Station expérimentale

 Avenue Pierre Holoffe 21
B-1342 Limelette

 02/655 77 11
 02/653 07 29

recherche
laboratoires
formation
documentation
bibliothèque