



cstc.be
Recherche • Développe • Informe

Contact

UNE ÉDITION DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION

2013/2

**Isolation par
l'intérieur**
p7

**Colle pour
parquet**
p12

**Raidisseurs de
vitrines**
p14

**Chauffage
par le sol**
p21

Sommaire

2013/2

Vos préoccupations ... sont les nôtres 3



Une nappe de coffrage peut-elle prolonger la durée de vie d'une construction en béton ? 4



Accroître la durabilité des chemins de roulement des décanseurs 6



Isolation des murs existants par l'intérieur : systèmes et dimensionnement 7



Ouvertures d'évacuation des eaux pluviales 8



Etanchéités liquides sur toitures chaudes 10



Parquet : choisir la colle la plus adaptée 12



Les raidisseurs de vitrine 14



Peintures pour ETICS 16



Fissuration des revêtements de sol extérieurs en carreaux céramiques ou en pierre naturelle 18



Nuisances vibratoires dans les constructions 20



Nouvelles normes pour le chauffage par le sol 21



Devenez C-ACTIF ! 22





Vos préoccupations ...

... sont les nôtres

Dans le précédent numéro de CSTC-Contact, qui inaugurait une toute nouvelle mise en page, vous avez pu découvrir le thème que nous souhaitions mettre à l'honneur en 2013 : la construction en bois. Chaque année, le premier numéro de notre magazine est traditionnellement consacré à un thème bien particulier; ainsi, l'année 2012 fut-elle placée sous le signe de l'étanchéité à l'air. La parution du dernier [rapport d'activités](#) du CSTC nous donne également l'occasion de revenir sur les événements qui ont jalonné l'année. Gageons qu'en 2013, nous pourrions évaluer, sinon dépasser les résultats engrangés.

Le choix du thème de l'étanchéité à l'air était une réponse logique au défi que doit relever le secteur dans la gestion durable de l'environnement et des ressources énergétiques. Les nœuds constructifs constituent à cet égard une gageure en soi. L'étanchéité à l'air des bâtiments est certainement un très bon exemple de la problématique des nœuds constructifs, car c'est souvent là que tout se joue. Distribuée à plus de 100.000 exemplaires et téléchargée près de 10.000 fois, cette édition du Contact thématique montre à quel point un document de base en la matière faisait défaut au secteur.

L'information des membres ne passe pas seulement par la publication de documents techniques, elle est également basée sur l'assistance personnalisée et la formation directe des professionnels. Au total, pas moins de 711 formations ont été dispensées par les collaborateurs du CSTC durant l'année écoulée. Ce

chiffre éloquent illustre une fois encore l'importance de la collaboration entre le Centre et les acteurs de terrain.

Le défi énergétique passe également par l'amélioration du bâti existant. Dans ce contexte, la technique de la postisolation des murs creux est aujourd'hui de plus en plus présente sur le marché. Pour aider le secteur à intégrer cette technique, le CSTC a mené de front la publication de divers documents en la matière (NIT, STS) et collaboré à l'organisation de formations auxquelles ont participé pas moins de 400 personnes. Ces efforts ont débouché sur la certification de 80 entreprises et l'agrération de 13 systèmes.

Sans l'activité intense de ses laboratoires, il est évident que le CSTC ne pourrait informer correctement les professionnels du secteur. Les soucis des entrepreneurs sont en effet au cœur de nos recherches. En poursuivant l'étude sur la délamination des sols industriels, le CSTC s'est ainsi attaché à répondre aux préoccupations du secteur du béton et a notamment mis en évidence le rôle prépondérant joué par la teneur en air du béton. Les travaux de révision de la NIT 204 relative aux sols industriels à base de ciment feront d'ailleurs le tour de la question.

Comme on le voit à la lumière de ce qui précède, l'année 2012 fut riche de nouveautés et d'enseignements. Le CSTC poursuivra sur cet élan en 2013 et continuera d'aider le secteur à relever les défis d'aujourd'hui et de demain.

Une nappe de coffrage peut-elle prolonger la durée de vie d'une construction en béton ?

Le génie civil et, davantage encore, le secteur du nucléaire sont de plus en plus à l'affût de structures en béton durables et extrêmement résistantes à l'épreuve du temps. La solution des nappes de coffrage à perméabilité contrôlée, ou NCPC, répond peut-être partiellement à cette demande. Dans le cadre des activités de recherche et de développement consacrées à la mise en dépôt des déchets nucléaires de catégorie A ⁽¹⁾, une nappe de ce type a été testée par l'ONDRAF ⁽²⁾, en collaboration avec le CSTC, sur un bâtiment existant.

Fonctionnement des NCPC

Une NCPC est une membrane perméable sélective que l'on applique par fixation mécanique ou par collage sur la face intérieure d'un coffrage vertical. Le principe de fonctionnement de cette membrane synthétique de 1 à 2 mm d'épaisseur est basé sur le filtrage et le drainage : elle est perméable à l'eau et à l'air, mais retient les particules fines telles que le ciment. Ainsi, durant le coulage et le compactage du béton, l'air s'échappe plus rapidement et l'eau excédentaire peut être évacuée.

Grâce à cette technique, on obtient une surface en béton caractérisée par une quantité limitée de bulles d'air et une densité accrue du fait d'un rapport eau/ciment fortement réduit et d'une plus faible porosité. En outre, tant que le coffrage est maintenu en place, cette nappe de coffrage humide assure l'hydratation du ciment. Ces nombreux avantages ne peuvent toutefois être obtenus que si la membrane a été appliquée conformément aux instructions du fabricant.

Que sait-on aujourd'hui des NCPC ?

La littérature contient peu d'informations concernant l'impact des NCPC sur la durabilité (durée de vie) d'une construction en béton. Diverses études ont déjà été menées en laboratoire, principalement afin d'évaluer l'impact de ces nappes sur la pénétration des chlorures et sur la vitesse de carbonatation du béton. En revanche, très peu d'études ayant été réalisées afin de déterminer leur impact sur un bâtiment réel, il a été décidé de tester leur fonctionnement *in situ*. Une attention particulière a été apportée à l'influence de la nappe sur la vitesse de carbonatation et sur la résistance au gel/dégel dans des conditions réelles.

(1) Les déchets de catégorie A désignent les déchets radioactifs de faible ou moyenne activité et de courte durée de vie.

(2) L'ONDRAF est l'Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies (www.ondraf.be).



1 | Panneau de coffrage partiellement muni d'une NCPC

Test de démonstration

A la demande de l'ONDRAF, un test de démonstration a été effectué sur diverses parties d'un module de dépôt nucléaire grandeur nature. La construction en béton sur laquelle a été appliquée (partiellement) la NCPC mesurait environ 13 m de longueur, 7 m de largeur et 2,5 m de hauteur. Les parois, de 70 à 85 cm d'épaisseur, ont été réalisées en béton armé, sans joints de reprise ou de structure.

Le béton est caractérisé par un rapport eau/poudre de 0,42 et par une teneur en poudre de 400 kg/m³ (360 kg/m³ de CEM I + 40 kg/m³ de filler calcaire). Un superplastifiant composé de naphthalène sulfonate a été ajouté afin d'améliorer l'ouvrabilité du béton. La résistance moyenne à 28 jours, mesurée sur cubes, s'élevait à environ 60 MPa.

Le coffrage extérieur (contreplaqué non absorbant) d'une des parois a été partiellement muni d'une NCPC.

Essais

Trois mois environ après le coulage, des échantillons ont été prélevés dans la paroi : deux groupes dans la partie munie d'une NCPC

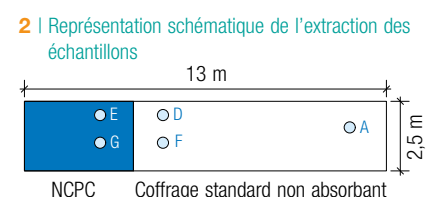
et trois dans la partie réalisée sans NCPC. La figure 2 désigne les endroits de prélèvement.

Les résistances du béton vis-à-vis de la carbonatation et du gel/dégel, autrement dit les mécanismes les plus susceptibles de dégrader l'ouvrage, ont été évaluées. Les groupes A, F et G ont été soumis à un test de carbonatation accéléré, selon les normes NBN EN 13295 et NBN EN 14630, tandis que les groupes D et E ont subi des cycles de gel/dégel, en l'absence de sels de déverglaçage, selon la méthode de référence (*slab test*) figurant dans la spécification technique CEN/TS 12390-9.

Les échantillons des groupes D et E, ainsi que des groupes F et G ont été prélevés en des endroits relativement proches les uns des autres afin de pouvoir imputer leurs différences à la NCPC uniquement.

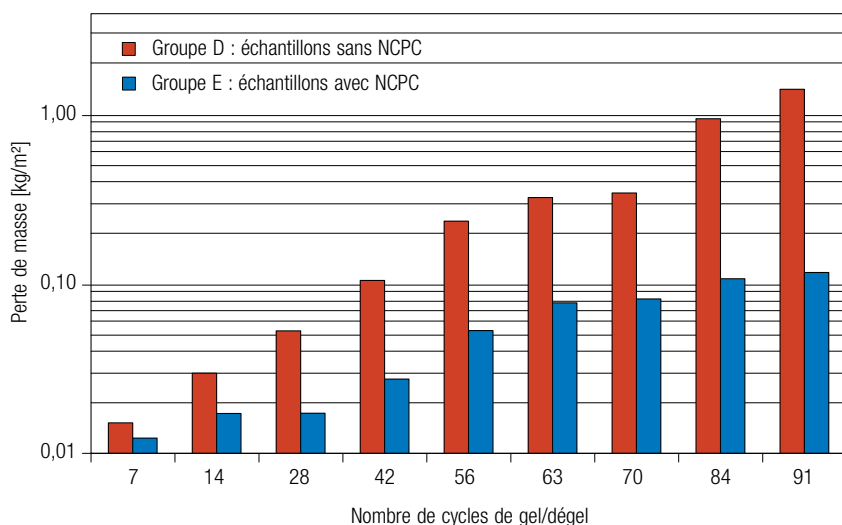
Résultats

La figure 3 illustre les résultats des essais de gel/dégel des groupes D et E. Il s'agit des pertes de masse moyennes, mesu-





3 | Après 91 cycles de gel/dégel, la perte de masse mesurée est dix fois moindre avec une NCPC



Profondeur de carbonatation moyenne des échantillons

Jours d'essai	Profondeur de carbonatation [mm]		
	Groupe G	Groupe F	Groupe A
56	0	5	6
112	2	—	7
224	3,5	11	9

réées sur quatre échantillons après x cycles de gel/dégel, dues à un écaillage de la surface du béton. On constate clairement que les échantillons du groupe E (extraits dans la paroi avec NCPC) ont subi une perte de masse moins importante que ceux du groupe D (sans NCPC). Après 91 cycles de gel/dégel, elle a même décollé.

Le béton a également été soumis à un essai de carbonatation accéléré. Le tableau ci-dessus indique les profondeurs de carbonatation moyennes, mesurées sur deux échantillons à des moments différents. Au début de l'essai, la carbonatation du béton était quasi nulle vu le jeune âge de la construction. L'essai a été réalisé à une température de 20 °C, une humidité relative (HR) de 50 % et une concentration de 1 % en CO₂. Les résultats ont révélé que le groupe G, avec NCPC, résistait beaucoup mieux à ce mécanisme de dégradation que les groupes A et F, sans NCPC.

Si l'on souhaite extrapoler les résultats fi-

gurant dans ce tableau ⁽³⁾ en imaginant une construction classique avec un enrobage des armatures de 30 mm (très différent du module de dépôt nucléaire), on constate que la durée de vie escomptée vis-à-vis de la corrosion des armatures par carbonatation du béton est de 100 ans environ sans NCPC contre au moins 200 ans avec NCPC.

Mise en œuvre d'une NCPC

Comme mentionné au début de cet article, une NCPC doit être fixée à un panneau de coffrage. Cette manipulation n'est toutefois pas aisée et peut entraîner des défauts (ondulations, perte de laitance, ...). Lors de l'application de la nappe, il a été constaté à plusieurs reprises que celle-ci se détachait une fois le coffrage fermé, laissant ainsi une empreinte dans le béton (voir figure 4). Puis, durant la construction d'un autre ouvrage, aux parois plus hautes qu'un panneau de coffrage conventionnel, il a également été constaté que la NCPC restait partiellement noyée dans le béton au bord du panneau de coffrage.

Afin de prévenir la formation de plis, il importe de réaliser une mise en tension uniforme de la nappe lors de la fixation sur le panneau de coffrage, de préférence pendant les heures chaudes de la journée pour bénéficier de la contraction thermique qui s'en suivra. On veillera également à limiter le dé-

lai entre la mise en tension et le bétonnage (aucun agent de décoffrage ne doit être utilisé) et à s'assurer que le drainage dans le bas du coffrage ne soit pas entravé. En cas de réutilisation des nappes (certains produits s'y prêtent), il faudra vérifier l'état général de la NCPC. Un nettoyage au jet à haute pression permet d'éliminer les éventuelles traces de laitance pouvant s'accumuler à la surface de la membrane. Dans tous les cas, les meilleurs résultats seront obtenus en suivant les instructions du fournisseur.

Conclusion

Il ressort de cette étude qu'une NCPC peut fortement prolonger la durée de vie d'une construction en béton. Il convient toutefois de souligner que l'utilisation d'une telle nappe dans le processus de construction consomme de la main-d'œuvre et du temps et, de plus, peut entraîner des défauts. Ces inconvénients méritent d'être pris en compte avant de faire usage d'une NCPC, en particulier pour les travaux de grande envergure.

Pour de plus amples renseignements concernant le dépôt en surface de déchets radioactifs de catégorie A à Dessel (le projet cAt), rendez-vous à l'adresse suivante : www.ondraf-cat.be.



4 | Empreinte à la surface du béton dû au plissement de la nappe de coffrage

E. Coppens, ir., ingénieur de projet, ONDRAF

J. Piérard, ir., chef adjoint du laboratoire Technologie du béton, CSTC

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

⁽³⁾ Extrapolation selon Papadakis *et al.* (1991, 1992) et le modèle DuraCrete (2000).

Accroître la durabilité des chemins de roulement des décanteurs

Des 700 stations d'épuration publiques des eaux usées que compte la Belgique, 30 % ont été érigées au cours de ces 15 dernières années. Les stations d'épuration et tous les ouvrages annexes, tels que les collecteurs, constituent un domaine de prédilection pour l'ingénierie civile, où le béton occupe une place de choix.

Les bétons des décanteurs des stations d'épuration, et plus particulièrement de leurs chemins de roulement, sont soumis à de nombreuses sollicitations dues à leur environnement : agressions chimiques, sollicitation thermique, ... Ces sollicitations, dont l'effet est accentué en cas d'usage de sels de déneigement, sont combinées aux sollicitations mécaniques dues au passage de l'équipement mobile.

Les dégradations rencontrées sur les chemins de roulement sont fréquentes, mais surtout prématurées compte tenu de la durée de vie escomptée de l'ouvrage. C'est pour cette raison que SECO, en collaboration avec le CSTC et FEBELCEM, a pris l'initiative de rédiger un document technique visant à diminuer le risque de dommages en prenant en compte les avis de nombreux spécialistes.

Ce document se limite à cette problématique en se concentrant exclusivement sur les aspects suivants : la mise en œuvre et les ca-

ractéristiques des matériaux utilisés.

Etant donné l'importance de l'étape de la mise en œuvre sur la durabilité des bétons, les règles de mise en œuvre établies notamment dans les normes NBN EN 13670 et prNBN B15-400 sont rappelées dans ce document.

Le choix du ciment et du type de béton est essentiel également et est dès lors effectué en tenant en compte des sollicitations. Le type de béton requis pour les chemins de roulement ⁽¹⁾ pourrait être utilisé pour l'ensemble de l'ouvrage alors qu'un type de béton ayant un rapport E/C plus élevé et une teneur en ciment moindre ⁽²⁾ pourrait être utilisé pour le bassin, hors chemin de roulement (les sollicitations étant locales dans ce cas). Outre l'intérêt économique, cette solution comporte d'autres avantages : une mise en œuvre plus aisée et un risque de fissure thermique moindre.

Bien souvent, le choix du ciment résulte également d'un compromis. Le document

présente dès lors une conception de bassin 'innovante' permettant d'opter pour le ciment et le type de béton les plus adéquats en fonction de leur emplacement et donc des sollicitations auxquelles le béton devra faire face (voir figure).

Le document se prolonge en suggérant une méthodologie possible de réparation en cas de dommages. Les aspects relatifs au dimensionnement et à l'armature minimale permettant de maîtriser la fissuration n'y sont pas abordés.

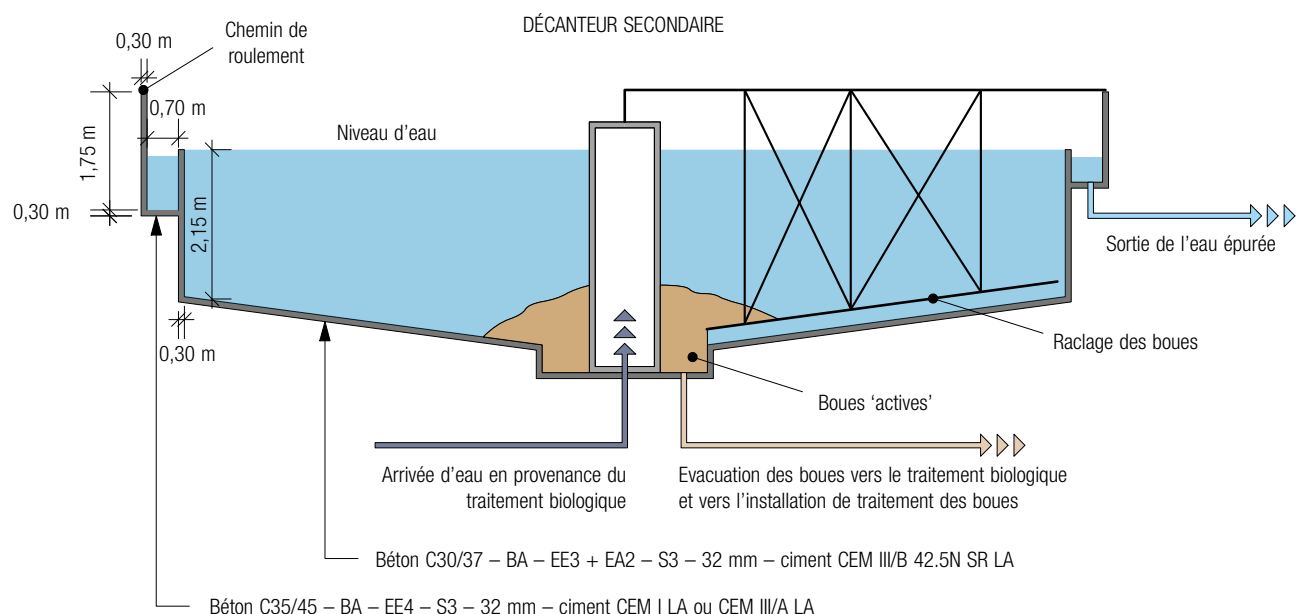
M. Demanet, ir., Services Development Manager, SECO

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

C. Ployaert, ir., ingénieur conseil, FEBELCEM

- (1) T(0,45) pour la classe d'environnement EE4, si sels de déneigement
(2) T(0,50) pour la classe d'environnement EE3, pas de sels de déneigement

Exemple de décanteur secondaire conçu à partir de deux types de bétons différents. Le choix du ciment est adapté à l'agression effectivement présente.





La première partie de cet article (voir [Les Dossiers du CSTC 2012/4.16](#)) traitait de la faisabilité de cette technique d'isolation par l'intérieur ainsi que des problèmes hygrothermiques pouvant survenir. Cette seconde partie aborde les différentes étapes à suivre en vue d'exécuter les travaux et livre un aperçu des systèmes d'isolation existants ainsi que des recommandations relatives au dimensionnement hygrothermique de ceux-ci.

Isolation des murs existants par l'intérieur : systèmes et dimensionnement

Il existe divers systèmes et produits destinés à isoler les murs existants par l'intérieur. L'applicabilité d'une technique doit être évaluée en tenant compte des spécificités de la façade à isoler. Le choix du système peut être effectué en respectant les étapes suivantes :

- il convient d'évaluer si le mur existant est apte à être isolé par l'intérieur. Pour ce faire, il convient de se référer au diagnostic dont il est question dans la première partie de cet article (voir [Les Dossiers du CSTC 2012/4.16](#))
- s'il s'avère que le mur convient, la résistance thermique de l'isolant doit être déterminée selon le degré d'isolation envisagé et pour le chantier considéré
- les différentes exigences techniques relatives au cas rencontré doivent être identifiées. Le système doit être dimensionné selon le type de système d'isolation par l'intérieur sélectionné : il faut tenir compte des exigences applicables au support, de la détermination de l'épaisseur de l'isolant, des caractéristiques du pare-vapeur éventuel, ...
- enfin, une attention particulière doit être apportée à la conception et à la réalisation des détails techniques et des nœuds constructifs (ce point n'est pas abordé dans cet article).

La pose d'un isolant thermique du côté intérieur d'un mur engendre différents phénomènes et risques hygrothermiques qu'il y a lieu de maîtriser. Pour des murs ayant passé avec succès la phase de diagnostic, la limitation des risques liés aux travaux dépendra en grande partie de la qualité de la conception et de l'exécution des travaux au niveau des différents nœuds constructifs (au droit des fenêtres, des planchers intermédiaires et des murs intérieurs). Par ailleurs, le traitement approprié de ces nœuds augmente

fortement les performances thermiques de la façade isolée. Une augmentation de la résistance thermique de l'isolation au-delà d'une valeur de 1,5 à 2 m^2K/W (soit des épaisseurs d'isolant de 6 à 8 cm présentant une valeur λ égale à 0,04 W/mK) a peu de sens d'un point de vue énergétique sans un traitement soigné des nœuds constructifs.

La résistance thermique à installer résulte, en pratique, du choix du concepteur. En effet, excepté dans des cas particuliers, les réglementations thermiques régionales ne sont pas d'application. Néanmoins, certaines Régions octroient des primes pour ce type de travaux d'isolation, mais une résistance thermique minimale est alors requise.

Les systèmes d'isolation

On distingue plusieurs systèmes en fonction du type de fixation : par collage ou par la création d'une contre-cloison. Le type de fixation influence les critères imposés aux murs à isoler, la conception des systèmes, la composition des différentes couches et l'exécution des travaux.

La diffusion de la vapeur d'eau

Pour certains systèmes d'isolation par l'intérieur, il peut s'avérer nécessaire de prévoir un écran pare-vapeur afin d'éviter la condensation interne à l'interface entre l'isolation thermique et la maçonnerie existante. Le maintien ou non d'une finition intérieure existante sensible à l'humidité (notamment les anciens enduits à base de plâtre et de

chaux) influence fortement les conséquences potentielles de formation de condensation.

D'une part, ce problème peut être évité en réalisant le système de manière à empêcher toute circulation d'air intérieur à l'arrière de l'isolant. Pour ce faire, il convient d'apporter un soin particulier à l'étanchéité à l'air de tous les raccords. Par ailleurs, une telle circulation d'air intérieur annulerait en grande partie les avantages énergétiques de l'isolation.

D'autre part, le système doit être dimensionné de sorte à pouvoir réduire la migration de vapeur d'eau entre l'environnement intérieur et la construction. Le système d'isolation par l'intérieur mis en place doit disposer d'une résistance à la diffusion de la vapeur d'eau (μ_d) suffisante. Cette résistance peut être apportée soit par le matériau isolant lui-même, si celui-ci est résistant à la diffusion de vapeur, soit par un écran pare-vapeur, si le matériau est perméable à la vapeur. La version longue de cet article présente une méthode indicative de dimensionnement de la résistance à la diffusion de vapeur minimale à prévoir pour l'ensemble des couches ajoutées du côté intérieur de la maçonnerie existante. La suppression complète des finitions intérieures existantes sensibles à l'humidité réduit fortement le risque potentiel de développement de moisissures. La valeur μ_d minimale requise est beaucoup plus sévère si ces finitions sont maintenues.

Enfin, il est intéressant de combiner l'isolation par l'intérieur avec l'hydrofugation de la façade. Ceci réduit les pénétrations d'eau dues aux pluies battantes, tout en affectant le moins possible l'assèchement des matériaux. ■

X. Loncour, ir., chef de la division Energie et bâtiment, CSTC

A. Tilmans, ir., et P. Steskens, dr. ir., chefs de projets, laboratoire Caractéristiques énergétiques, CSTC

S. Roels, prof. dr. ir., chef de division, et E. Vereecken, chercheur BAP, division Bouwfysica, KULeuven

Article rédigé avec le soutien de la Guidance technologique 'Ecoconstruction et développement durable en Région de Bruxelles-Capitale' subsidiée par InnoVIRIS



Téléchargez la version longue sur www.cstc.be
Les Dossiers du CSTC 2013/2.4

Ouvertures d'évacuation des eaux pluviales

Le CSTC prépare actuellement une Note d'information technique consacrée à la conception et au dimensionnement des installations d'évacuation d'eaux pluviales en se basant sur la norme NBN EN 12056-3, parue en 2000. Cet article compare le dimensionnement d'une ouverture d'évacuation sur une toiture plate et d'une gouttière pendante selon cette norme avec la règle de calcul couramment utilisée depuis 1955 ($1 \text{ cm}^2/\text{m}^2$).

Normalisation

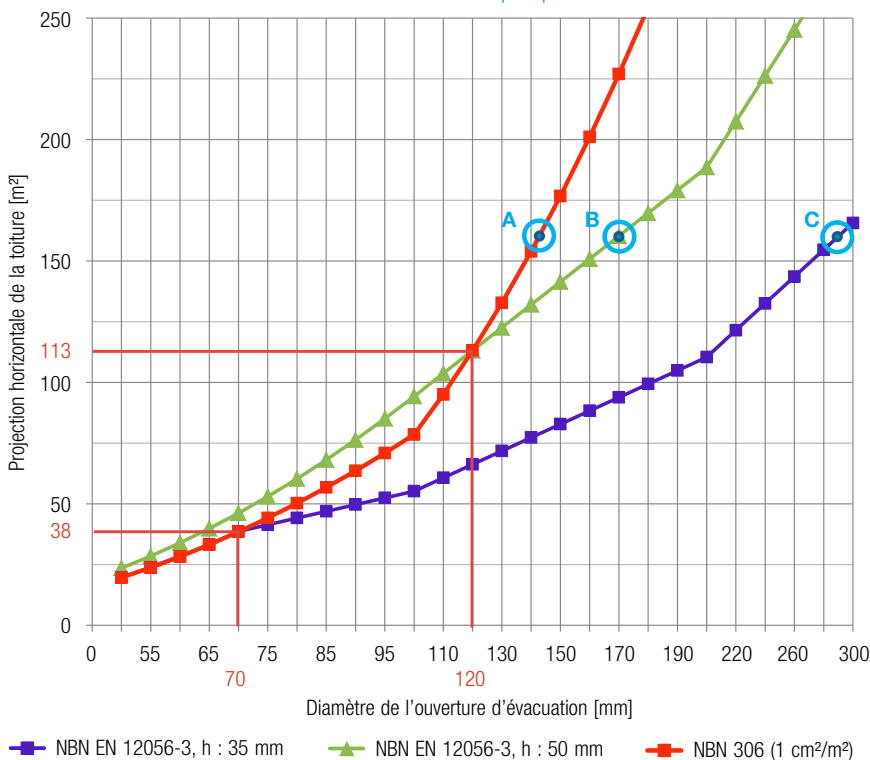
La norme belge NBN 306 de 1955 a pendant longtemps constitué le code de bonne pratique en matière d'évacuation des eaux pluviales. Elle formulait, entre autres, des recommandations pratiques pour le dimensionnement des ouvertures d'évacuation. En ce qui concerne les ouvertures à angles droits, cette norme comportait une règle pratique exigeant au moins 1 cm^2 de section d'ouverture par m^2 de surface horizontale de toiture raccordée (le tuyau de descente doit être de section identique à celle de l'ouverture). Cependant, cette règle simple ne tient pas compte de la hauteur d'eau au-dessus du bord de l'ouverture.

Depuis 2000, la norme européenne NBN EN 12056-3 'Réseaux d'évacuation gravitaire à l'intérieur des bâtiments. Partie 3 : système d'évacuation des eaux pluviales, conception et calculs' prend cette hauteur d'eau en considération. Ainsi, plus la hauteur d'eau au-dessus du bord d'un orifice d'un diamètre donné augmente, plus le débit d'évacuation est élevé. Autrement dit, si la hauteur d'eau admissible au-dessus de l'ouverture est plus importante, le débit donné peut être évacué par une ouverture plus petite (voir figure 1).

Dimensionnement d'une ouverture d'évacuation sur une toiture plate

Dans le cas d'ouvertures d'évacuation situées dans une toiture plate, la hauteur d'eau maxi-

2 | Dimensionnement d'une ouverture d'évacuation sur une toiture plate pour des hauteurs d'eau de 50 et 35 mm



male admissible dépend notamment de la capacité portante de la toiture. Cette hauteur d'eau maximale doit être déterminée par le concepteur et doit absolument être respectée.

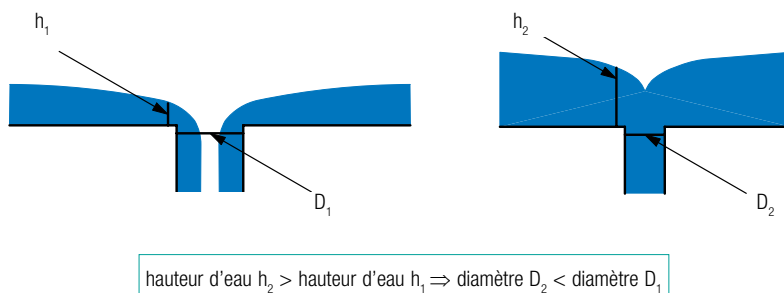
Pour calculer les dimensions des ouvertures d'évacuation, on admet généralement une hauteur d'eau de 50 mm s'il s'agit de planchers porteurs en béton et on limite souvent cette hauteur à 35 mm dans le cas de toitures

sur bacs en acier. Une comparaison entre l'ancienne règle et la nouvelle norme est illustrée à la figure 2. Celle-ci indique le diamètre à prévoir pour une ouverture d'évacuation en fonction de la surface de toiture raccordée (axe vertical) (*), et ce pour trois cas :

- selon la norme NBN EN 12056-3, avec une hauteur admissible de 35 mm
- idem, mais pour une hauteur de 50 mm
- selon la règle de $1 \text{ cm}^2/\text{m}^2$.

La figure 2 montre que, pour de petites surfaces de toiture, les trois courbes sont semblables. Au-delà de 38 m^2 , la règle de $1 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ donne des diamètres plus petits que la norme européenne lorsque la hauteur d'eau admissible est de 35 mm. Cela signifie qu'en utilisant l'ancienne règle, la hauteur

1 | La norme NBN EN 12056-3 tient compte de la hauteur d'eau au droit de l'ouverture.



(*) Le calcul est basé sur une pluviométrie de $0,05 \text{ L/s.m}^2$, conformément à la norme NBN 306.



Diamètre de l'évacuation pour une toiture plate d'une superficie de 160 m² (voir A, B et C à la figure 2)

Caractéristiques	NBN 306	NBN EN 12056-3	
	A	B	C
Hauteur d'eau [mm]	N'intervient pas	50	35
Diamètre [mm]	143	170	290

d'eau sur la toiture sera supérieure à 35 mm, ce qui peut entraîner des problèmes de stabilité. Une conclusion comparable peut être tirée dans le cas de hauteurs d'eau admissibles de 50 mm : pour des surfaces de toiture de plus de 113 m², la norme la plus récente prévoit des ouvertures plus importantes. Comme l'illustre l'exemple suivant, la différence de diamètre demandée augmente proportionnellement avec la surface raccordée.

Exemple

Considérons une toiture plate d'une superficie de 960 m². Si l'eau y est évacuée par six ouvertures desservant chacune une superficie de 160 m², le débit évacué sera de 8 L/s. Le tableau ci-dessus indique le diamètre de l'ouverture d'évacuation, calculé selon les normes NBN 306 et NBN EN 12056-3. Cet exemple révèle que, pour une hauteur d'eau de 35 mm, le diamètre demandé selon la norme européenne est environ deux fois plus grand que ne le prévoyait l'ancienne norme.

REMARQUE

La méthode de dimensionnement de la norme NBN EN 12056-3 réduit de moitié la capacité d'une ouverture d'évacuation si elle est équipée d'une crapaudine ! Les crapaudines n'ont pas été prises en compte dans les calculs de cet article.

Ouverture dans une gouttière pendante

En ce qui concerne les gouttières desservant des toitures inclinées, leur capacité dépend, selon la norme NBN EN 12056-3, de leur forme, de leur pente et de leur longueur. Pour le calcul de l'ouverture d'évacuation, cette norme tient compte à nouveau de la hauteur d'eau dans la gouttière, hauteur qui

est influencée par la forme du canal. Prenons le cas des gouttières rectangulaires, disponibles sur le marché, de largeur développée L250 (section de 47 cm²), L333 (section de 90 cm²), L400 (section de 135 cm²) et L500 (section de 220 cm²).

L'axe vertical du graphique de la figure 3 désigne la surface horizontale de toiture qu'une gouttière de section donnée peut desservir, suivant la norme NBN EN 12056-3, tenant compte de la longueur de la gouttière, soit 6 ou 14 m dans cet exemple. Une gouttière de 14 m et d'une section de 90 cm² (L333) peut desservir au maximum 40 m², alors que, si la longueur ne dépasse pas 6 m, elle peut reprendre une surface de 45 m². L'axe horizontal indique le diamètre nécessaire pour l'évacuation dans ces gouttières lorsqu'elles sont munies d'une seule ouverture située à l'une de leurs extrémités. Sur ce même graphique figure également la courbe qui représente la règle usuelle de 1 cm²/m². On constate que les deux normes fournissent des résultats semblables. Le même genre de courbes est obtenu avec des ouvertures d'évacuation carrées.

Les mêmes conclusions sont applicables aux gouttières semi-circulaires, pour lesquelles

la norme NBN EN 12056-3 prévoit une autre méthode de dimensionnement.

Conclusion

La règle de 1 cm²/m² peut donc toujours être appliquée pour le dimensionnement des ouvertures d'évacuation :

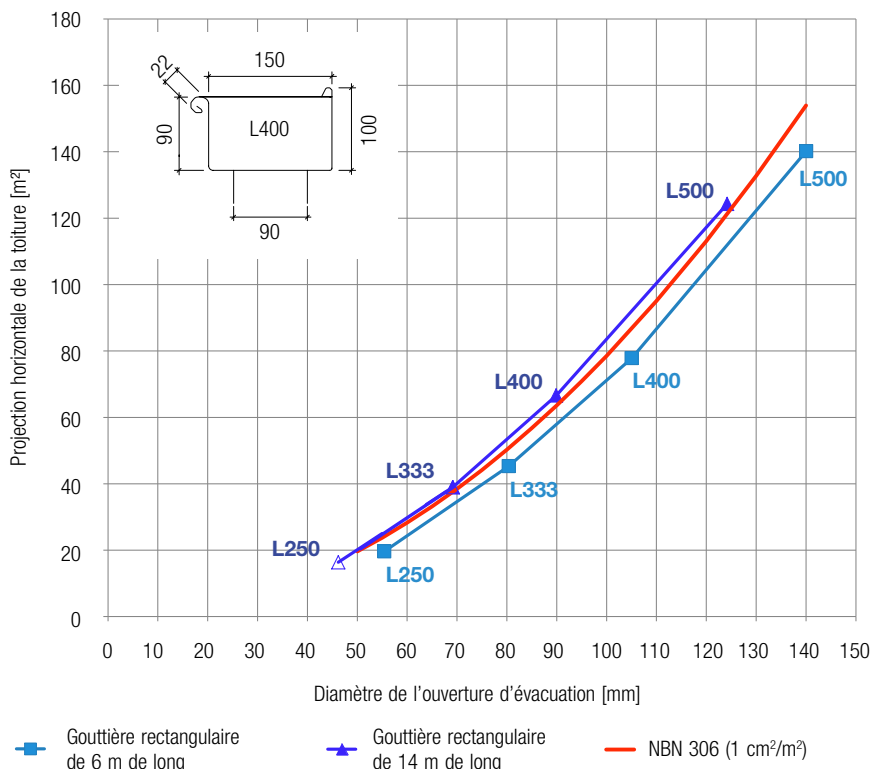
- dans les gouttières
- dans le cas des toitures plates :
 - jusqu'à une superficie de toiture raccordée de 113 m² (ce qui correspond à des ouvertures de 120 mm de diamètre) si on tient compte d'une hauteur d'eau de 50 mm
 - jusqu'à une superficie de toiture raccordée de 38 m² (ce qui correspond à des ouvertures de 70 mm de diamètre) si on tient compte d'une hauteur d'eau de 35 mm.

Dans tous les autres cas, la méthode de calcul plus complexe figurant dans la norme NBN EN 12056-3 est recommandée.

Pour toutes ces configurations d'ouvertures d'évacuation à angles droits, on optera pour un tuyau de descente de diamètre identique à celui de l'ouverture d'évacuation.

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

3 | Dimensionnement d'une ouverture d'évacuation ronde dans une gouttière rectangulaire



L'usage des étanchéités appliquées à l'état liquide (LARWK pour *liquid applied roof waterproofing*) sur l'isolation thermique des toitures plates chaudes s'envisage de plus en plus souvent. Nous expliquons dans cet article à quel moment et dans quelles conditions cette application est possible. Les étanchéités liquides étant déjà utilisées assez fréquemment pour l'exécution des relevés de toitures et des raccords difficilement réalisables au moyen de membranes d'étanchéité bitumineuses ou synthétiques, le CSTC a décidé de les intégrer à la Note d'information technique n° 244 parue récemment. Actuellement, ces étanchéités de toiture sont également assez couramment mises en œuvre sur des supports durs en béton.

Etanchéités liquides sur toitures chaudes

Pour déterminer le domaine d'application d'une étanchéité de toiture, les professionnels actifs dans le secteur des toitures ont l'habitude, depuis de nombreuses années, de consulter l'Agrément technique (ATG) relatif au matériau d'étanchéité. Ce document permet en effet de vérifier de quelle manière et sur quels supports une étanchéité donnée est envisageable. Cependant, il n'existe jusqu'à présent aucun ATG relatif à un système d'étanchéité par application liquide sur toitures plates chaudes.

Toutefois, la plupart des systèmes disposent d'un Agrément technique européen (ATE) (*) délivré par un institut européen. Certains ATE indiquent l'ensemble des supports sur lesquels les systèmes à application liquide ont été testés et peuvent être appliqués. Même si ce n'est pas le cas pour tous les ATE, l'un pouvant contenir des informations plus détaillées que l'autre, leurs annexes indiquent toujours les classes de service auxquelles le système appartient (voir tableau A). Pour satisfaire à une classe de service spécifique, le système d'étanchéité doit être soumis à une série de tests bien définis. Remarquons ici que la résistance au poinçonnement statique et dynamique de l'étanchéité pour toiture plate doit toujours (pour la détermination des charges d'exploitation) faire l'objet d'essais sur un support rigide ainsi que sur un support souple (matériau isolant).

Afin de contrôler l'adéquation d'un système d'étanchéité liquide à une application particulière, ces classes d'usage peuvent être comparées aux exigences performantielles minimales reprises dans le tableau B.

A | Exigences performantielles par classe de service

Classe de service	Sous-catégorie	
Durée de vie (*)	W1	5 ans
	W2	10 ans
	W	25 ans
Charges d'exploitation	P1	- charges faibles, toitures non accessibles - résistance au poinçonnement dynamique I1 - résistance au poinçonnement statique L1
	P2	- charges modérées, toitures accessibles uniquement pour l'entretien - résistance au poinçonnement dynamique I2 - résistance au poinçonnement statique L2
	P3	- charges normales, accessibles aux piétons uniquement - résistance au poinçonnement dynamique I3 - résistance au poinçonnement statique L3
	P4	- charges spéciales, toitures vertes - résistance au poinçonnement dynamique I4 - résistance au poinçonnement statique L4
Température de surface	Température de surface minimale	
	TL1	+5 °C (toutes zones climatiques)
	TL2	-10 °C (température basse modérée)
	TL3	-20 °C (température très basse)
	TL4	-30 °C (température extrêmement basse)
	Température de surface maximale	
	TH1	+30 °C (toutes zones climatiques)
	TH2	+60 °C (température élevée modérée)
	TH3	+80 °C (température très élevée)
	TH4	+90 °C (température extrêmement élevée)

(*) Le fabricant ne donne aucune garantie de durée de vie, mais des indications pouvant permettre de choisir le produit *ad hoc* en fonction de la durée de vie envisagée de l'ouvrage.

Sur la base d'un ATE suffisamment détaillé, il est donc possible de vérifier si une étanchéité est adaptée à l'usage envisagé. Par exemple, le tableau B nous indique qu'un système d'étanchéité liquide sur une toiture chaude uniquement accessible pour l'entretien devra, au

(*) Le Règlement européen n° 305/2011 définissant les conditions de commerce des produits de construction entrera en application le 1^{er} juillet 2013. A partir de cette date, tous les ATE deviendront des Evaluations techniques européennes (ETE), ce qui signifie que ces dernières ne constitueront plus qu'une évaluation des performances techniques déclarées par le fabricant. En d'autres termes, les ETE ne livreront plus d'informations relatives à l'adéquation d'un produit à une application particulière.



minimum satisfaisant au critère W3 P2 (testé sur un support compressible) TL3 TH3.

Les ATE ne contiennent néanmoins aucune information sur la mise en œuvre du système (quel est le type de primaire nécessaire pour tel ou tel support, par exemple).

Alors que la [Note d'information technique n° 215](#) et les ATG relatifs aux étanchéités de toiture fournissent des directives claires pour les étanchéités bitumineuses et synthétiques, elles ne donnent que peu d'informations quant à l'application des étanchéités liquides sur toitures plates chaudes.

Ce type d'étanchéité étant toujours mis en forme sur la toiture (par projection, coulage, étalement, application à la brosse), il est inévitablement sensible – plus ou moins selon le cas – aux conditions climatiques (température, humidité, ...) et au taux d'humidité de son support. Il s'agit d'une technique spécifique qui ne peut être mise en œuvre que par des poseurs formés à cet effet. Sur certains supports, il convient de prévoir une surconsommation du système liquide afin d'obtenir en tous points une épaisseur de feuil sec minimale.

Pour éviter que le système d'étanchéité ne s'écoule au niveau des joints des plaques

d'isolation thermique, il y a lieu de toujours appliquer une sous-couche ou 'carrier' sur l'entièreté de la surface située sous l'étanchéité liquide.

Pour remédier à ce manque d'informations, le CSTC envisage d'ajouter un tableau à la version révisée de la NIT 215, lequel précisera le mode d'exécution des systèmes d'étanchéité liquide qui correspondent aux classes de service envisagées. Ceci se fera en coopération avec un groupe de travail composé de fabricants et importateurs de produits d'étanchéité par application liquide (ELW, étanchéité-liquide-waterdichtung). Il sera ainsi plus évident de déterminer les précautions nécessaires pour des supports spécifiques. Vu la diversité des systèmes par application liquide, ces directives générales resteront néanmoins toujours plus limitées que les ATG relatifs aux produits.

Enfin, nous insistons sur le fait qu'actuellement, une bonne mise en œuvre n'est garantie que si les prescriptions du fabricant du système d'étanchéité par application liquide sont suivies à la lettre (concernant l'utilisation de primaires et les conditions ambiantes à respecter, par exemple).

*E. Mahieu, ing., chef adjoint de la division Interface et
consultance, CSTC*

B | Classes d'usage et exigences performantielles ETAG-'W-P-TL-TH' pour des pans de toiture isolés thermiquement et situés au-dessus de locaux habitables (sur la base du projet de recommandations de l'UBAtc de décembre 2010)

Protection supplémentaire de l'étanchéité	Exigences performantielles minimales pour les étanchéités mises en œuvre par application liquide (*)
Sans protection supplémentaire	W3-P2-TL3-TH3
Avec protection intégrée	W3-P3-TL3-TH3
Avec revêtement carrelé ou lestage	W3-P3-TL2-TH2

(*) W : durée de vue prévue; P : charges d'exploitation; TL et TH : températures de surface minimales et maximales (voir tableau A).
Pour une application sur un matériau d'isolation thermique, les charges d'exploitation P doivent être calculées sur un support compressible.
Si le système liquide est appliqué sur une sous-couche étanche à l'eau, W2 est exigé au minimum.

Parquet : choisir la colle la plus adaptée

Dans le domaine des revêtements de sol, le bois a toujours la cote. Face à cet engouement constant, le marché a fortement évolué et s'est diversifié, notamment pour satisfaire aux demandes de plus en plus exigeantes en matière d'aspect, de dimension des planches, de santé, ... Cette diversification a touché l'ensemble des composants auxquels le parqueteur peut être confronté, c'est-à-dire les supports, les revêtements de sol en bois, les colles et les finitions. Ces nombreuses nouveautés font qu'actuellement le parqueteur doit effectuer un choix parmi plus de 1.900 combinaisons de produits. A cette multitude doit encore s'ajouter une variable importante : la marque du produit.

Face à ce constat, le métier de parqueteur a dû, lui aussi, évoluer et se spécialiser. Or, cette spécialisation de la profession va également de pair avec la mise à jour des documents techniques de référence. C'est la raison pour laquelle le groupe de travail 'Parquet' du CSTC a entrepris la révision de la NIT 218 'Revêtements de sol en bois : planchers, parquets et revêtements de sol à placage' datant de 2000.

Ce document a pour vocation de tenir le secteur informé des règles de l'art et de lui fournir une information technique précise sur les familles de produits et les techniques de pose, sans considération commerciale. Parmi les produits, le choix de la colle la plus adaptée au chantier envisagé est souvent une question délicate à laquelle est confronté le professionnel en raison de l'étendue des produits disponibles sur le marché. De plus, les informations reprises dans les fiches techniques des fabricants sont, à l'heure actuelle, bien souvent incomplètes. En l'absence d'informations plus précises, le parqueteur se trouve souvent démuni. Pour pallier ce manque, un tableau élaboré en collaboration avec les parqueteurs et les fabricants de colles est proposé à la page suivante. Il comporte des informations techniques claires sur la compatibilité entre les familles de colles et les différents revêtements de sol en bois et supports envisageables.

En complément de ce tableau, nous attirons l'attention du lecteur sur la nécessité de se

conformer aux prescriptions de pose de la NIT 218. En effet, outre le choix de la colle, d'autres facteurs peuvent influencer considérablement le comportement du revêtement de sol en bois au cours du temps (le protocole de mise en route du chauffage par le sol, le respect des exigences en matière d'humidité du support, ...).

Pour simplifier la lecture du tableau, les colles ont été regroupées en quatre grands groupes sur la base de leur composition chimique :

- les colles en dispersion (colles blanches)
- les colles polyuréthanes monocomposant : PU 1K
- les colles polyuréthanes bicomposant : PU 2K
- les colles polymères et hybrides : SPUR, STP, MS polymère, ...

La compatibilité a ensuite été illustrée par un code couleur :

- vert : la colle est compatible avec le support et le revêtement de sol en bois considérés
- orange : ce choix est possible sous certaines conditions (préparation du support, primer éventuel, ...), en concertation avec le fabricant de la colle et le fabricant du parquet
- rouge : la colle est inappropriée pour le support et le revêtement de sol en bois considérés (en raison, par exemple, d'un risque élevé de déformation dans le cas d'un lamparquet large (épais-

seur < 10 mm) qu'on souhaiterait coller directement sur une chape ou sur un support fermé).

D'autres paramètres, considérés comme complémentaires, peuvent également influencer le choix de la colle, c'est la raison pour laquelle une seconde légende complète ce tableau :

- * : l'adéquation entre la finition et la colle devra être validée par le fabricant. En effet, certains composants des colles peuvent altérer la finition
- ** : la nature du panneau et notamment son caractère absorbant devront être pris en compte lors du choix de la colle et de l'utilisation éventuelle d'un primer
- *** : le collage des planchers en bois résineux est déconseillé.

Ce tableau permet d'orienter et de donner des lignes directrices aux professionnels. Cependant, au sein de chaque famille de produits, les propriétés des colles peuvent varier de manière importante en fonction du fabricant. Par conséquent, une fois la famille de colle sélectionnée en fonction du support et du revêtement de sol en bois, l'entrepreneur devra également se baser sur les performances et les caractéristiques (maniabilité, temps d'ouverture, ...) annoncées par le fabricant afin de choisir au mieux la colle en fonction des conditions propres à son chantier. ■

S. Charron, ir., chef adjoint du laboratoire Bois et coatings, CSTC



Choix de la colle en fonction du type de revêtements de sol en bois et du type de support

Types de revêtement de sol en bois	Types de support					
	Bois (sous-parquet, panneau)	Chape à base de ciment	Chape à séchage rapide	Chape anhydrite	Support fermé (carrelage, époxy, marbre)	Chauffage par le sol
Parquet mosaïque avec finition	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion
	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *
	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K
	Polymère et hybride *	Polymère et hybride *	Polymère et hybride *	Polymère et hybride *	Polymère et hybride *	Polymère et hybride *
Parquet mosaïque sans finition	Dispersion **	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion
	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K
	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K
	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride
Lamelle sur chant (épaisseur : 16-22 mm)	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion
	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *
	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K
	Polymère et hybride *	Polymère et hybride *	Polymère et hybride *	Polymère et hybride	Polymère et hybride *	Polymère et hybride *
Lamparquet (épaisseur : 9-11 mm, largeur : < 75 mm, longueur : < 400 mm)	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion
	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *
	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K
	Polymère et hybride *	Polymère et hybride *	Polymère et hybride *	Polymère et hybride *	Polymère et hybride *	Polymère et hybride *
Lamparquet large (épaisseur : 6-10 mm, largeur : 60-180 mm)	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion
	PU 1K *	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K
	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K
	Polymère et hybride *	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride
Parquet avec rainure et languette	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion
	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K
	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K
	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride
Plancher en bois feuillu préassemblé ***	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion
	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K
	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K
	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride
Parquet en bois debout	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion
	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K
	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K
	Polymère et hybride *	Polymère et hybride *	Polymère et hybride *	Polymère et hybride *	Polymère et hybride *	Polymère et hybride
Parquet contrecollé (petit format : 70 x 500 mm)	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion
	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K
	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K
	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride
Parquet contrecollé (grand format)	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion	Dispersion
	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K
	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K
	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride	Polymère et hybride

La légende des couleurs, des *, des ** et des *** est expliquée dans le texte à la page précédente.

La mise en œuvre de raidisseurs est très fréquente en cas de vitrines de grandes dimensions. Ceux-ci sont placés perpendiculairement aux façades, le plus souvent au droit des jonctions entre les différents volumes. Leur utilisation permet de diminuer l'épaisseur des vitrages. Les raidisseurs peuvent, pour autant que l'on respecte les règles de conception et de pose et que l'on utilise les matériaux adéquats, constituer des appuis stables pour le vitrage, qui repose alors sur quatre appuis.

Les raidisseurs de vitrine

Choix des mastics

Le choix du mastic utilisé pour assembler le raidisseur et le verre de façade est essentiel. Ce mastic doit être apte à transmettre au raidisseur les charges de vent, sans déformation excessive ni perte d'adhérence. Il est à noter qu'en cas de vitrines constituées d'un double ou d'un triple vitrage, le mastic de scellement du volume doit également permettre ce transfert de charge.

Il est vivement conseillé de choisir un mastic de type VEC (vitrage extérieur collé), car son aptitude à l'emploi est reconnue par un Agrément technique européen (ATE). Ces mastics sont disponibles en blanc, en gris et en noir. Il existe également des mastics translucides, mais ceux-ci présentent une plus grande sensibilité aux rayons UV.

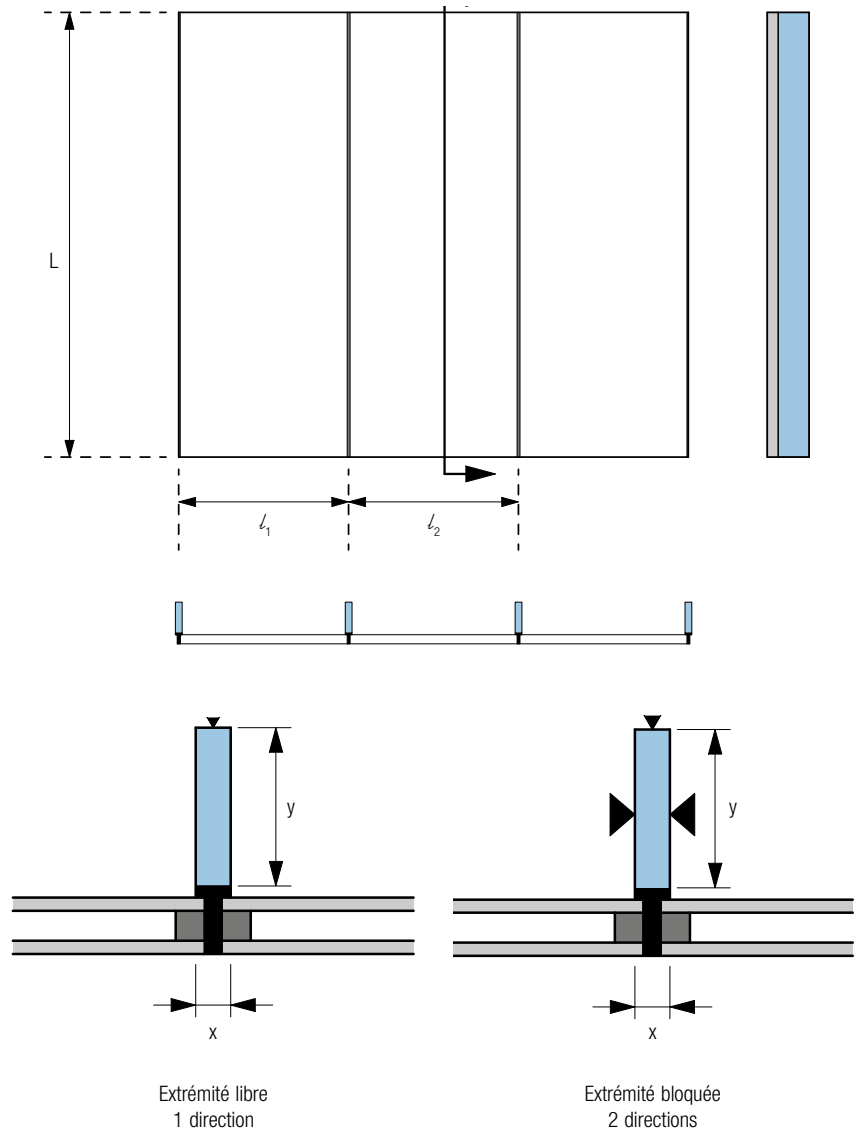
D'autres mastics peuvent être utilisés, pour autant qu'ils soient conformes aux STS 56.1, qu'ils soient de classe ISO 11600 G 20 HM ou ISO 11600 G 25 HM et qu'ils démontrent leur aptitude au transfert des charges (modules d'élasticité et contrainte de calcul adaptés).

Outre le choix du produit, le bon comportement de la vitrine dépend également de la conception du joint (dimensionnement et géométrie du joint) et du soin apporté à la mise en œuvre.

Dimensionnement des raidisseurs

Les raidisseurs en verre de section rectangulaire sont placés sur toute la hauteur de la vitrine. Ils peuvent être constitués de verre simple, trempé ou non, ou de verre bi- ou trifeuilleté (voir figure 1).

1 | Disposition des raidisseurs le long d'une vitrine



Dans le cas des raidisseurs biseautés, il est déconseillé de biseauter sur plus de la moitié de la largeur du raidisseur, et ce pour deux raisons :

- les conditions d'appui, et notamment la rigidité du raidisseur, influencent fortement la sensibilité au déversement (*)
- le biseautage peut diminuer considérablement

(*) Le déversement est un état limite ultime d'instabilité élastique caractérisé par le fait que l'élément se dérobe soudainement à la charge par torsion et fléchissement latéral.



A | Dimensions des raidisseurs en fonction de l'emplacement de la vitrine dans la façade (calculées pour les hauteurs de bâtiments reprises dans le tableau B)

Vitrage L x l (°)	Raidisseur			
	Extrémités libres		Extrémités bloquées	
	Centre de façade	Bord de façade	Centre de façade	Bord de façade
	X x Y (°)	X x Y (°)	X x Y (°)	X x Y (°)
3 x 1	12 x 173	15 x 176	12 x 173	15 x 176
4 x 1	12 x 344	15 x 234	12 x 229	15 x 234
3 x 1,5	19 x 162	25 x 161	19 x 162	25 x 161
4 x 1,5	19 x 215	25 x 217	19 x 215	25 x 217
5 x 1,5	19 x 267	25 x 271	19 x 267	25 x 271
6 x 1,5	19 x 399	25 x 325	19 x 318	25 x 325

(°) L x l : longueur du raidisseur x entraxe [m]
(°) X x Y : section du raidisseur [mm]

ment la résistance au choc et aux abus d'utilisation de l'ouvrage.

Le choix de l'épaisseur du raidisseur (x) (voir figures 1 et 2) est en outre gouverné par des impératifs technologiques et relatifs au chantier (tolérances de mise en œuvre). Son épaisseur minimale doit tenir compte des largeurs de collage (s) nécessaires afin de résister aux effets du vent, de la largeur du joint d'étanchéité (ℓ_n) entre les volumes nécessaire pour reprendre les mouvements thermiques, ainsi que des tolérances dimensionnelles et de pose du vitrage et du raidisseur.

Pour les résultats de calculs figurant dans le tableau A, nous avons tenu compte des conditions suivantes :

B | Situations et hauteurs des bâtiments pour lesquelles s'appliquent les dimensions des raidisseurs figurant dans le tableau A

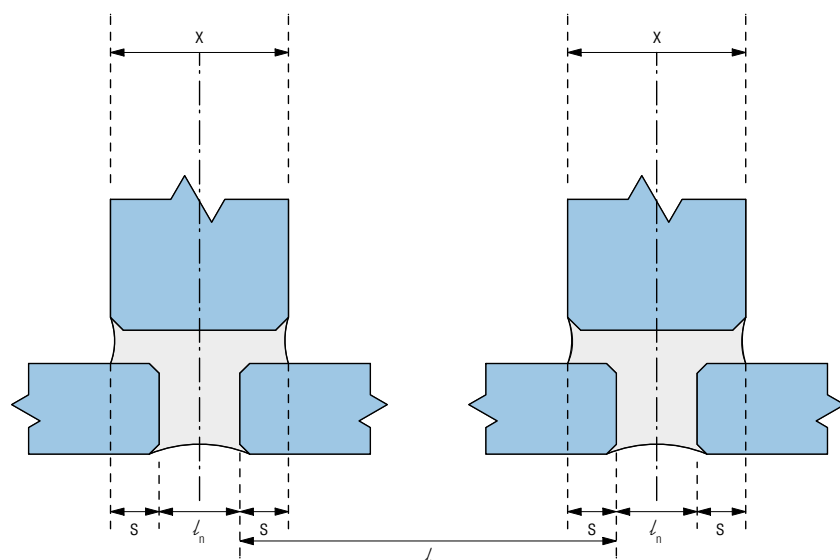
Situation du bâtiment	Vitesse du vent			
	26 m/s	25 m/s	24 m/s	23 m/s
	Hauteur du bâtiment jusqu'à ...			
Ville	25 m	30 m	30 m	30 m
Banlieue	9 m	12 m	15 m	19 m
Bocage	3 m	3 m	4 m	6 m
Plaine	0 m	0 m	0 m	0 m
Mer	0 m	0 m	0 m	0 m

- les écarts de centrage des vitrages par rapport aux axes d'implantation sont de ± 1 mm
- les tolérances de fabrication des vitrages sont de ± 1 mm
- la valeur de calcul de la résistance en trac-

tion du mastic est de $0,14 \text{ N/mm}^2$

- le facteur d'amplitude du mastic est de 25 %
- la largeur nominale ℓ_n est de 4 mm
- la largeur minimale de s est de 4 mm.

Il ressort du tableau A que, dans la pratique, il est très difficile de travailler avec un raidisseur de 12, voire 15 mm d'épaisseur, à moins qu'il ne s'agisse de vitrines de dimensions réduites (dont la largeur est inférieure ou égale à 1 m), et ce malgré le fait que les tolérances de pose considérées sont assez strictes.



2 | Épaisseur du raidisseur (x) par rapport à la largeur du collage (s) et du joint d'étanchéité (ℓ_n)

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

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



Peintures pour ETICS

Une mise en peinture des ETICS, c'est-à-dire de systèmes composites d'isolation thermique pour l'extérieur, peut s'avérer pertinente dans certains cas. Elle permet le plus souvent d'homogénéiser ou de rafraîchir l'aspect des bâtiments. Des formulations récentes visent également à modifier les propriétés de surface des enduits afin d'obtenir de nouvelles fonctionnalités. Cet article livre un aperçu des différents types de peintures pouvant être appliqués aux ETICS, de leurs avantages et des exigences auxquelles ceux-ci doivent répondre.

Les peintures appliquées en surface des ETICS entrent dans le cadre de la norme générale NBN EN 1062-1. Celle-ci définit des critères esthétiques et techniques permettant de déterminer les principales caractéristiques des peintures. Les valeurs des principaux critères techniques intéressants pour la sélection d'une peinture pour ETICS sont regroupées dans le tableau A.

Les liants de ces peintures sont le plus souvent des résines acryliques ou siloxanes. Ces dernières peuvent contenir des ajouts d'acrylique et sont souvent appelées résines siliconées. Il existe également certaines peintures minérales à base de silicate. Les peintures à base de silicate et de siloxane ne sont pas ou peu filmogènes, contrairement à celles à base d'acrylique.

1 Fonctions

Une peinture peut intervenir comme parachevement optionnel d'un ETICS. Elle est alors appliquée juste après la mise en œuvre

de l'enduit de finition ou ultérieurement. Il est également possible d'appliquer une peinture au cours de la vie de l'édifice (lors d'opérations d'entretien, par exemple).

1.1 Homogénéité d'aspect

L'homogénéité de teinte des façades est l'une des premières raisons de l'application d'une peinture sur un nouvel ETICS. Il est, en effet, généralement difficile d'obtenir une couleur parfaitement uniforme de l'enduit de finition, notamment en raison de l'absorption du support. Ce phénomène est plus particulièrement observé pour les teintes foncées. L'inaltérabilité de la teinte des enduits pigmentés n'est pas toujours garantie. En cas de choix d'une teinte foncée, l'application d'une peinture est généralement recommandée.

1.2 Résistance aux salissures et aux développements biologiques

En fonction du système ETICS et de l'expo-

sition (dans un environnement très arboré, par exemple), l'application d'une peinture permettant de prévenir les développements biologiques et/ou les dépôts de salissures environnantes pourra se révéler nécessaire. Plusieurs solutions techniques ont été développées afin de retarder la dégradation de l'aspect des façades par ces types de micro-organismes ou salissures.

Parmi les plus courantes, on peut notamment citer les ajouts de biocides dans la peinture ou l'utilisation d'un liant à base de siloxane. Ces derniers présentent un comportement hydrophobe facilitant l'écoulement de l'eau et limitant l'encrassement. D'autres solutions innovantes ont été récemment développées ou sont toujours en cours de développement. Parmi les solutions qui ont donné lieu à l'émergence de nouvelles peintures, on peut notamment citer :

- les peintures à effet 'lotus' : leur microrugosité de surface les rend très hydrophobes
- les peintures 'photocatalytiques' : les particules de dioxyde de titane ajoutées à la peinture décomposent les éléments organiques (algues, salissures, ...) sous l'action des rayons UV.

1.3 Entretien et rénovation

Au cours du temps, les façades munies d'un ETICS seront soumises à un certain vieillissement et pourront nécessiter des interventions d'entretien et/ou de rénovation. Les solutions techniques décrites précédemment permettant de limiter les développements biologiques et le dépôt de salissures n'empêcheront pas de façon définitive un certain encrassement des façades. Après des opérations de nettoyage et de décontamination adaptées à la surface et aux salissures, l'application d'une peinture sur l'ETICS permettra de retrouver un aspect décoratif proche de celui d'une finition neuve. Des peintures similaires à celles précédemment mentionnées et assurant une action préventive vis-à-vis des salissures pourront être appliquées. Celles-ci

A | Principales caractéristiques techniques des peintures appliquées sur ETICS en fonction des différentes classes distinguées par la norme NBN EN 1062-1

Caractéristique	Norme d'essai	Classe	Exigence	
Épaisseur de la couche	NBN EN 1062-1	E3	> 100 et ≤ 200 µm	
		E4	> 200 et ≤ 400 µm	
Perméabilité à la vapeur d'eau	NBN EN ISO 7783	V1 (grande)	< 0,14 m (°)	> 150 g/(m².j)
		V2 (moyenne)	≥ 0,14 et < 1,4 m (°)	≤ 150 et > 15 g/(m².j)
Résistance à la fissuration (°)	NBN EN 1062-7	A0	Aucune exigence	
		A1	> 0,100 mm	
		A2	> 0,250 mm	
		A3	> 0,500 mm	
		A4	> 1,250 mm	
		A5	> 2,500 mm	

(°) Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (S_d).

(°) Ces valeurs correspondent à l'ouverture de fissure maximale du support pouvant être supportée par la couche de peinture avant sa rupture.





ne pourront toutefois pas être définitivement empêchées et les applications de couches de peinture devront être répétées dans le temps.

De fines fissures de quelques dixièmes de millimètres peuvent apparaître en surface des ETICS. Celles-ci sont propres au système d'enduit et ne sont pas considérées comme des dégradations. Elles peuvent être recouvertes par l'application d'une peinture après préparation adéquate du support.

L'application d'une peinture ne permettra pas de traiter toutes les dégradations pouvant être constatées sur les ETICS. Pour des altérations plus importantes affectant, par exemple, l'enduit de base et nécessitant des réparations plus lourdes, les peintures n'interviendront que comme parachèvement. Leur application ne sera réalisée qu'après avoir résolu le problème, la peinture étant alors ajoutée à un nouveau système d'enduit. Elle ne sera, par ailleurs, pas toujours nécessaire. Si les réparations ne concernent que des zones ponctuelles de l'édifice, les peintures pourront être utilisées afin d'homogénéiser l'aspect des façades rénovées.

En fonction de l'état de l'ETICS, les peintures appliquées pourront présenter des caractéristiques différentes (voir tableau B). Les peintures seront toujours appliquées après la mise en œuvre d'une couche de fond appropriée.

2 Exigences

Les peintures sur ETICS doivent remplir

C | Compatibilité entre les liants principaux des peintures et des enduits de finition

Liant principal de la nouvelle peinture	Liant principal de l'enduit de finition ⁽¹⁾				
	Acrylique	Siloxane	Silicate	Ciment	Chaux
Acrylique	+	+	– ⁽²⁾	+	– ⁽²⁾
Siloxane	+	+	+	+	+
Silicate	–	–	+	+	+

⁽¹⁾ + : compatible; – : pas compatible
⁽²⁾ Sauf utilisation d'une couche de fond spécifique.

plusieurs exigences techniques fonction du système d'enduit sur lequel elles sont appliquées.

2.1 Structure de l'enduit

La peinture appliquée doit être adaptée à la surface de l'ETICS. Elle doit être suffisamment couvrante et doit permettre de conserver la structure initiale du système d'enduit.

2.2 Comportement à l'humidité

L'application d'une peinture en surface de l'ETICS conduira toujours à augmenter l'imperméabilité globale du système d'enduit et à diminuer sa perméabilité à la vapeur d'eau. Afin d'éviter l'accumulation d'eau à l'interface entre l'isolant et le système d'enduit, les exigences fixées par l'ETAG 004 devront être respectées et principalement celles concernant la perméabilité à la vapeur d'eau. Ce document impose une résistance à la diffusion de vapeur du système

d'enduit (S_d) inférieure ou égale à 2,0 m en présence de polystyrène expansé et égale à 1,0 m en cas de laine minérale.

Une attention particulière devra par conséquent être apportée aux propriétés de perméabilité à la vapeur d'eau de la peinture en fonction des caractéristiques du système d'enduit en place et des isolants utilisés. La classe de perméabilité des peintures V2 étant très large (de 0,14 à 1,4 m), on s'attachera alors à la valeur réelle renseignée sur la fiche technique. Pour les systèmes disposant d'une isolation en laine minérale, il est recommandé d'utiliser des peintures de classe V1.

En cas d'entretien ou de rénovation, une ou plusieurs couches de peinture auront déjà pu être appliquées. Une reconnaissance préalable du support et du système d'isolant est alors nécessaire. L'infocarte 47 énumère les différents points auxquels il convient de prêter attention à chaque stade des travaux sur ETICS (avant, pendant ou après l'entretien). Suivre cette procédure permettra de simplifier l'identification des produits appliqués et du support. A défaut de connaître les performances du système d'enduit en place, un examen en laboratoire pourra être réalisé.

2.3 Compatibilité

Les peintures doivent être compatibles avec les systèmes d'enduit. La compatibilité des enduits et des peintures peut être évaluée à l'aide du tableau C (voir également [Les Dossiers du CSTC 2010/2.12](#) pour de plus amples informations).

E. Cailleux, dr., chef adjoint du laboratoire Bois et coatings, conseiller technologique, CSTC

I. Dirckx, ir., chercheur, laboratoire Matériaux de gros œuvre et de parachèvement, CSTC

B | Recommandations concernant la peinture en fonction de l'état du système ETICS

Etat du système ETICS	Recommandations concernant la peinture
Simple défaut d'aspect : salissures de surface et/ou développements biologiques	Peinture à but décoratif Pas d'exigence sur l'épaisseur (classe courante E3) Pas d'exigence sur la résistance à la fissuration (classe Ao)
Fissures superficielles de l'ordre de quelques dixièmes de millimètres (*) liées à un vieillissement normal du système et n'atteignant pas l'enduit de base	Application d'une peinture ou d'un revêtement plus épais destiné à masquer la fissuration Classe d'épaisseur E3 ou E4 en fonction des ouvertures de fissures Résistance à la fissuration de classe A1 ou A2 en fonction des ouvertures de fissures
Altérations plus importantes	Les peintures n'interviennent que comme parachèvement des réparations Pas d'exigence sur l'épaisseur (classe courante E3) Pas d'exigence sur la résistance à la fissuration (classe Ao)

(*) Fissures acceptées $\leq 0,3$ mm.



Fissuration des revêtements de sol extérieurs en carreaux céramiques ou en pierre naturelle

La fissuration des revêtements de sol carrelés ou des dalles extérieurs est un phénomène extrêmement fréquent. On considère même que, quel que soit le système constructif utilisé et malgré le fait que toutes les précautions d'usage soient respectées, l'apparition de microfissures de faible ouverture est inhérente aux revêtements carrelés ou aux dallages extérieurs. Cette situation peut s'expliquer par le fait que ce type de revêtement est soumis à un niveau de sollicitation particulièrement élevé. Cet article a pour but de passer en revue les principales causes d'apparition de ce phénomène. Une Note d'information technique relative aux terrasses sur terre-plein est actuellement en cours de rédaction et fournira des recommandations visant à limiter les risques de fissuration.

Variations hygrothermiques

Un revêtement de sol extérieur soumis à l'ensoleillement peut voir sa température de surface varier de -10 à -15 °C en hiver à 50 à 60 °C en été, selon que la teinte du revêtement est claire ou foncée. Les variations dimensionnelles qui résultent de ces écarts de température peuvent atteindre plusieurs millimètres et occasionnent dès lors des tensions importantes au sein du revêtement de sol.

Dans le cas d'une pose collée sur chape durable, généralement recommandée, les mouvements thermiques occasionnent des tensions de compression et de traction alternées au sein du complexe chape/revêtement, selon que ces derniers subissent une élévation ou une diminution de leur température.

Si le revêtement adhère à la chape et que celle-ci adhère à son support, les risques de fissuration sont relativement réduits, pour autant toutefois que celui-ci soit stable et non fissuré.

Dans le contexte de terrasses extérieures, il est fréquent que l'on interpose une couche drainante (non-tissé synthétique, par exemple) entre le support et la chape, ce qui a pour conséquence de libérer les mouvements de cette dernière.

Lorsque le revêtement et la chape de pose sont subdivisés par des joints de dilatation délimitant des panneaux de petites surfaces (généralement 15 à 16 m²), que la chape est suffisamment armée et qu'elle peut glisser sans trop de friction sur son support, ces tensions ne sont alors pas suffisamment élevées que pour occasionner une fissuration notable du revêtement.

Dans le cas contraire (surface trop importante, chape insuffisamment armée, sup-

port présentant des variations d'épaisseur contrariant le glissement de la chape), les contraintes de traction accompagnant le refroidissement de la chape et de son revêtement risquent d'occasionner l'apparition de fissures, qui peuvent alors se localiser dans les joints ou au sein des carreaux ou des dalles, selon que le matériau utilisé comme revêtement de sol possède ou non une résistance à la traction élevée (voir figure 1).

Dans le cas d'une pose au mortier sur un lit de sable stabilisé, la faible résistance en traction des différentes couches en présence entraîne, lors d'une période de refroidis-

sement, la formation de fissures au sein des joints, ceux-ci étant généralement plus tendres que le matériau constituant le revêtement. Dans le cas d'une pose à joints alternés, on constate fréquemment que les fissures s'amorcent au sein d'un joint et se prolongent à travers le revêtement lui-même.

C'est notamment en raison de cette sensibilité à la fissuration que la pose au mortier sur sable stabilisé est généralement déconseillée à l'extérieur et ne devrait être retenue que pour des dalles épaisses et/ou en cas de variation importante de l'épaisseur de ces dernières.

COUCHES DE DÉSOLIDARISATION

On trouve également sur le marché des couches intermédiaires de désolidarisation qui sont destinées à être placées dans le produit de pose entre le support et le revêtement. Elles sont marouflées dans l'épaisseur de colle avant la pose des éléments de revêtement. Leur utilisation a pour but de réduire les tensions générées par les déformations relatives entre le revêtement et son support, en permettant un certain glissement.

Ces couches sont appelées nattes ou membranes de désolidarisation et présentent une épaisseur de 1,5 à 3,5 mm. Lorsqu'elles doivent également assurer une fonction de drainage (en sols extérieurs, par exemple), leur épaisseur augmente de 6 à 8 mm.

Elles sont généralement constituées de feutres non tissés, éventuellement combinés à une membrane nervurée (en polyéthylène, par exemple) ou encore à une natte plus épaisse de polyéthylène, par exemple, si une fonction de drainage est également prévue.

Contrairement aux produits d'étanchéité, pour lesquels plusieurs normes existent (voir [Les Dossiers du CSTC 2010/2.11](#)), il est important de noter que ces couches de désolidarisation ne font actuellement l'objet d'aucune norme définissant les caractéristiques et performances attendues de ce type de produit ou encore les méthodes d'essai pour les évaluer. L'utilisateur n'a donc à sa disposition que les seules indications du fabricant. Signalons toutefois que certains de ces produits disposent d'un agrément émis dans des pays tels que la France ou l'Allemagne, mais aucun en Belgique.

Sous l'égide de son Comité technique 'Revêtements durs de murs et de sols', le CSTC entamera prochainement une étude visant à mieux connaître les performances de ces nattes ou membranes de désolidarisation.



1 | Microfissures au sein des joints d'un dallage en pierre naturelle

Lorsque le revêtement est pris en butée sans possibilités de dilatation, les tensions de compression qui accompagnent une élévation de température peuvent alors occasionner l'apparition d'éclats au sein du revêtement, principalement lorsque le mortier de jointoiement est de très grande dureté et qu'il n'a pas pu pénétrer sur toute la hauteur de la tranche des dalles.

Retrait de la chape

Lorsque les carreaux ou les dalles sont battus dans la chape fraîche ou collés sur une chape durcie relativement jeune, le retrait résiduel de cette dernière est également susceptible d'occasionner des tensions dans le revêtement. Si la chape a été mise en œuvre sur une sous-couche drainante et/ou de désolidarisation susceptible de se déformer sous charge (sur un matelas drainant épais, par exemple), ces tensions peuvent occasionner le cintrage et la fissuration, qui adopte alors une allure erratique, du complexe chape/revêtement, tel que l'expliquent les articles précédemment publiés à ce sujet (voir [Les Dossiers du CSTC 2008/4.2](#)).

Mouvement du support

Contrairement aux fondations de bâtiments ou d'ouvrages routiers, il est généralement admis que la profondeur du fond de coffre des terrasses reste inférieure aux profondeurs considérées comme étant en dehors de l'influence du gel (soit généralement 80 cm) ou des modifications de la teneur en eau du sol (1,5 m, voire plus dans le cas de sols très plastiques). Des gonflements ou retraits du sol situé sous la sous-fondation de la terrasse ne sont dès lors pas exclus lors de conditions climatiques extrêmes et peuvent occasionner l'apparition de fissures au sein du complexe carrelage ou dallage. De même, lorsque le sol situé sous la terrasse est constitué d'un

remblai récemment mis en œuvre et que ce dernier n'a pas été compacté correctement (couches de 20 à 30 cm d'épaisseur soigneusement damées), un tassement résiduel après la réalisation de la terrasse donnant lieu à la déformation et la fissuration de cette dernière est toujours possible.

En cas d'utilisation de résidus industriels pour les travaux de remblaiement, il importe de s'assurer du caractère inerte des matériaux utilisés (voir [CSTC-Magazine 1996, n° 4, p. 21](#)).

Ces fissures sont généralement relativement conséquentes et il convient le plus souvent de réaliser un sondage afin d'en vérifier l'origine.

Sollicitations mécaniques

Les revêtements de sol des terrasses extérieures ont généralement une épaisseur réduite (de l'ordre de 10 à 15 mm pour les carreaux céramiques et, le plus souvent, de 15 à 40 mm pour les dalles de pierre naturelle). Tant que l'on se limite à une circulation pédestre sur le revêtement, ces épaisseurs s'avèrent généralement suffisantes pour cet usage. Dans le cas des entrées de garage, la circulation de véhicules sur le revêtement constitue un niveau de sollicitation beaucoup plus sévère et nécessite l'utilisation d'un revêtement sensiblement plus épais ainsi qu'une pose appropriée et l'adaptation de l'épaisseur des couches sous-jacentes. La pose d'un revêtement mince au mortier sur un lit de sable stabilisé présente en effet un risque important de fissuration dû à la déformation de ce dernier en raison de la circulation des véhicules. De même, dans le cas d'une pose au mortier-colle sur chape armée, il importe que les carreaux ou les dalles soient parfaitement soutenus sur la totalité de leur surface afin que leur résistance en flexion et aux chocs s'en trouve accrue, ce qui nécessite une pose soignée par double encollage.

Influence du gel

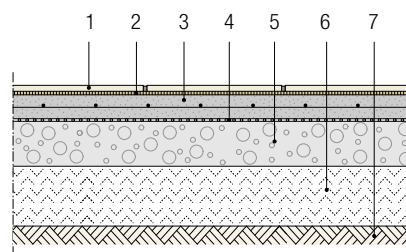
Il est certain que, pour pouvoir s'opposer aux différentes tensions exposées dans cet article, il est préférable que le matériau constituant le revêtement de sol possède des caractéristiques mécaniques élevées. C'est généralement le cas des carreaux céramiques de type grès cérame vitrifié et des pierres naturelles de type granite ou basalte.

Certains carreaux céramiques ou certaines pierres naturelles plus tendres possèdent, dès leur mise en œuvre, des caractéristiques mécaniques plus faibles et seront dès lors plus sensibles à la fissuration. Les fiches de la NIT 228 fournissent des informations relatives aux caractéristiques mécaniques et à la résistance au gel d'une cinquantaine de pierres naturelles.

Il faut cependant tenir compte du fait que, sous l'influence des cycles de gel/dégel auxquels le revêtement est soumis, on peut parfois observer une diminution progressive, mais significative, de ses caractéristiques mécaniques initiales (voir [Les Dossiers du CSTC 2011/4.12](#)). Dans ce cas, sa résistance en traction peut être affaiblie au point que les tensions évoquées ci-dessus, qui n'étaient initialement pas suffisamment élevées pour provoquer la fissuration du revêtement, le deviennent progressivement. ■

L. Firket, arch., chef adjoint de la division Avis techniques, CSTC

F. de Barquin, ir., chef du département Matériaux, technologie et enveloppe, CSTC



1. Carreaux ou dalles
2. Mortier-colle
3. Chape armée
4. Couche drainante
5. Fondation (béton)
6. Sous-fondation (empierrement)
7. Terre-plein

2 | Représentation schématique d'un revêtement dur extérieur sur terre-plein

Nuisances vibratoires dans les constructions

Les vibrations dont il est question dans cet article sont des micromouvements dynamiques provoqués aux structures ou aux éléments structurels. Leurs causes ainsi que les problèmes qui en résultent sont divers. Nous tenterons de décrire la portée des normes traitant de ces problèmes avec, *in fine*, les solutions apportées par les outils d'identification.

Causes et conséquences

Les vibrations peuvent être causées par l'action de diverses sources externes aux bâtiments, notamment les différentes natures de trafics, les activités des chantiers de démolition voisins, les chantiers de techniques de fondations profondes (voir figure), les tirs de carrière, ... Elles peuvent être également produites par des causes internes à ces bâtiments, telles que l'influence des occupants eux-mêmes ou le fonctionnement d'équipements techniques.

Parmi les problèmes les plus fréquemment rencontrés, on distingue :

- le dérangement subjectif pour les personnes : autant la gêne acoustique est bien connue, autant celle engendrée par des vibrations dans les bâtiments l'est beaucoup moins
- le risque de dégâts aux bâtiments, à savoir l'apparition de fissures
- le dysfonctionnement d'équipements techniques sensibles.

Normalisation

Nous sommes cependant peu conscients qu'une norme de référence traite de cette problématique. La norme belge NBN B 03-003 'Déformation des structures. Valeurs limites de déformations. Bâtiments' de 2003 définit non seulement, pour chaque nature de

problème, la méthodologie de mesure des vibrations, mais également des seuils ou des critères de valeurs maximales de vibration qui, si un monitoring révèle qu'ils sont dépassés, permettent de conclure :

- que le dérangement pour les personnes est bien réel
- que ces vibrations peuvent être à l'origine des dégâts survenus aux bâtiments (par contre, ce n'est pas parce que le seuil de tolérance est dépassé qu'il y a forcément apparition de dégâts)
- que ces vibrations constituent la cause d'un éventuel dysfonctionnement d'équipements sensibles (dans les domaines de la métrologie de précision, de la microscopie électronique, de la chimie, de la chirurgie, ...).

Solutions

Voici un condensé des solutions trouvées pour chaque problème pouvant survenir. Vous trouverez de plus amples informations dans [Les Dossiers du CSTC 2013/2.11](#).

Le **dérangement subjectif** lié aux vibrations gagne à être attesté par un monitoring, car il y a alors objectivation d'une situation de dérangement. En effet, dans la majorité des cas, le monitoring confirme la réalité d'un dérangement. Cependant, celui-ci n'apporte pas une solution en soi, mais prouve la nécessité de remédier à un problème dont la cause est

généralement connue. Dans le cas du trafic routier, par exemple, la solution consiste à améliorer le degré de planéité du revêtement routier ou à réparer des désaffleurements.

Lorsque les **dégâts aux bâtiments** peuvent être liés à une activité de chantier, la vérification de la faisabilité du chantier en toute sécurité pour l'environnement se révélera très utile pour l'entreprise et le maître d'ouvrage. En cas de non-dépassement du seuil de tolérance, on vérifiera la faisabilité sécuritaire. Par contre, en cas de dépassement, on aura mis en évidence la nécessité de recourir à une autre technique d'exécution moins génératrice de vibrations.

En ce qui concerne le **dysfonctionnement d'équipements sensibles**, les causes sont multiples. Le dimensionnement correct d'un dispositif antivibratoire assure une aptitude au service des équipements.

En cas de vibrations générées par les équipements techniques du bâtiment, la connaissance du spectre est le point de passage obligé pour trouver une solution.

Dans le cas de vibrations génératrices de bruit, les causes sont nombreuses également. Un exemple typique est celui d'un studio de prise de son en site urbain : des sources externes peuvent induire dans le studio des vibrations, pas forcément dérangeantes en soi, mais suffisamment que pour générer un niveau sonore quant à lui très dérangeant pour l'activité du studio. La source la plus symptomatique à ce point de vue est le tram qui, par essence, est une source de faible bruit aérien, mais d'intenses vibrations dont la propagation à l'intérieur du bâtiment peut être perçue comme une nuisance sonore. Le dimensionnement d'un dispositif antivibratoire pour l'entièreté d'un ensemble régie/studio peut être mis en œuvre, en se basant sur la connaissance du contenu spectral associé au problème. ■

C. Crispin, ir., chef de laboratoire, et C. Mertens, ir., chef de projet, laboratoire Modélisation et analyse, CSTC





Depuis de nombreuses années, les installateurs de chauffage central disposent de tableaux d'émission calorifique pour les radiateurs. Ceux-ci leur permettent de sélectionner, sans trop de difficultés, les appareils à installer afin de compenser les déperditions calorifiques des bâtiments. Par contre, le dimensionnement des systèmes de chauffage par le sol pouvant être plus ardu, il est généralement confié aux fabricants ou aux distributeurs de ces systèmes.

Nouvelles normes pour le chauffage par le sol

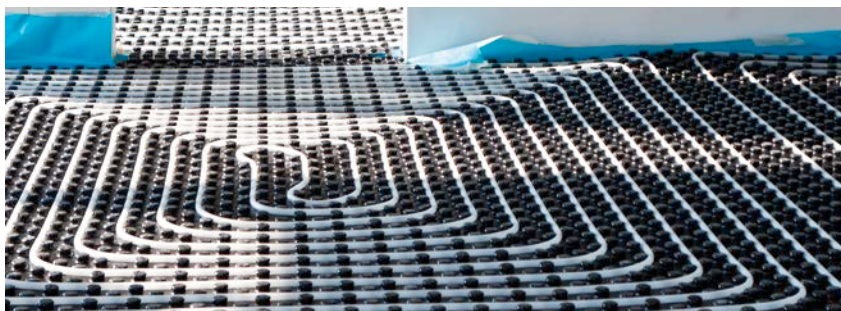
Une nouvelle série de normes devrait simplifier les choses en normalisant les règles de dimensionnement et d'installation et en imposant aux fabricants de systèmes de chauffage par le sol de fournir leurs courbes d'émission calorifique. Ces règles s'appliquent de manière générale aux systèmes de chauffage et de rafraîchissement hydrauliques intégrés dans le sol, les plafonds ou les murs des immeubles d'habitation, de bureaux et d'autres constructions dont l'usage correspond ou est similaire à celui des immeubles d'habitation. Cette série de normes compte cinq parties :

- les définitions et symboles (NBN EN 1264-1)
- les méthodes de calcul et d'essai pour la détermination de l'émission thermique (NBN EN 1264-2)
- le dimensionnement (NBN EN 1264-3)
- l'installation (NBN EN 1264-4)
- la détermination de l'émission thermique (NBN EN 1264-5).

La norme NBN EN 1264-2 impose aux fabricants de transmettre :

- les **courbes caractéristiques** des systèmes de chauffage par le sol, qui présentent l'émission surfacique de chaleur en fonction de la différence entre la température du fluide caloporteur et la température ambiante. Plusieurs courbes sont nécessaires pour pouvoir prendre en compte la résistance thermique du revêtement de sol et l'écartement des tuyaux
- les **courbes limites** qui tiennent compte de la différence maximale admissible entre la température de surface du sol et la température ambiante (respectivement 9 et 15 K pour les zones de séjour et les zones périphériques ⁽¹⁾).

Le graphique ci-contre illustre les courbes caractéristiques pour un système de chauffage par le sol dont les tuyaux, distants entre eux de 10 cm, sont enrobés par la chape sur



une épaisseur de 5 cm. Dans cet exemple, l'émission surfacique de chaleur maximale pour un revêtement de sol en carrelage céramique ($R = \pm 0 \text{ m}^2\text{K/W}$) atteint 98 W/m^2 en zone de séjour. La différence correspondante entre la température de l'eau et la température ambiante est de 15 K.

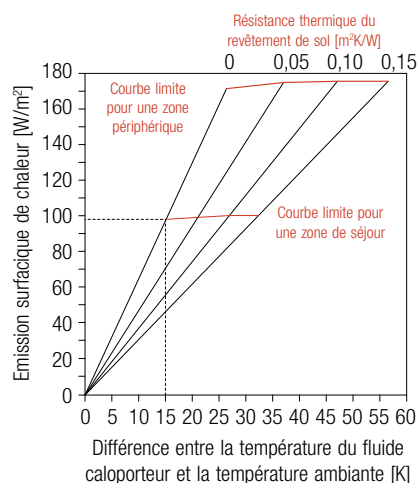
La norme NBN EN 1264-3 décrit le dimensionnement des systèmes de chauffage par le sol à l'aide des courbes caractéristiques (écartement des tuyaux, température de départ de l'eau, utilisation d'une zone périphérique éventuelle ⁽²⁾, émission de chaleur vers le haut et vers le bas, débit d'eau, ...).

La norme NBN EN 1264-4 spécifie des exigences uniformes pour la conception et la mise en œuvre des systèmes de chauffage par le sol (aspects pratiques tels que la sous-couche isolante, la bande isolante périphérique, le dispositif de sécurité – c'est-à-dire la limitation de la température de l'eau dans les tuyaux –, les vannes d'arrêt et les dispositifs de réglage, les tuyaux, les joints de dilatation, l'essai d'étanchéité, la mise en chauffe initiale, ...)

Certaines recommandations constructives diffèrent de celles publiées dans les Notes d'information technique du CSTC, lesquelles restent toutefois valides.

La norme NBN EN 1264-5 permet d'adapter les courbes caractéristiques de base établies pour le chauffage par le sol et de les utiliser pour d'autres applications telles que le chauffage par les murs ou le rafraîchissement par les plafonds.

Une liste détaillée des principales normes relatives au chauffage central est disponible sur notre page consacrée aux Antennes Normes (www.normes.be). Les normes NBN EN 1264-1 à -5 sont téléchargeables sur notre site Internet (www.cstc.be). ■



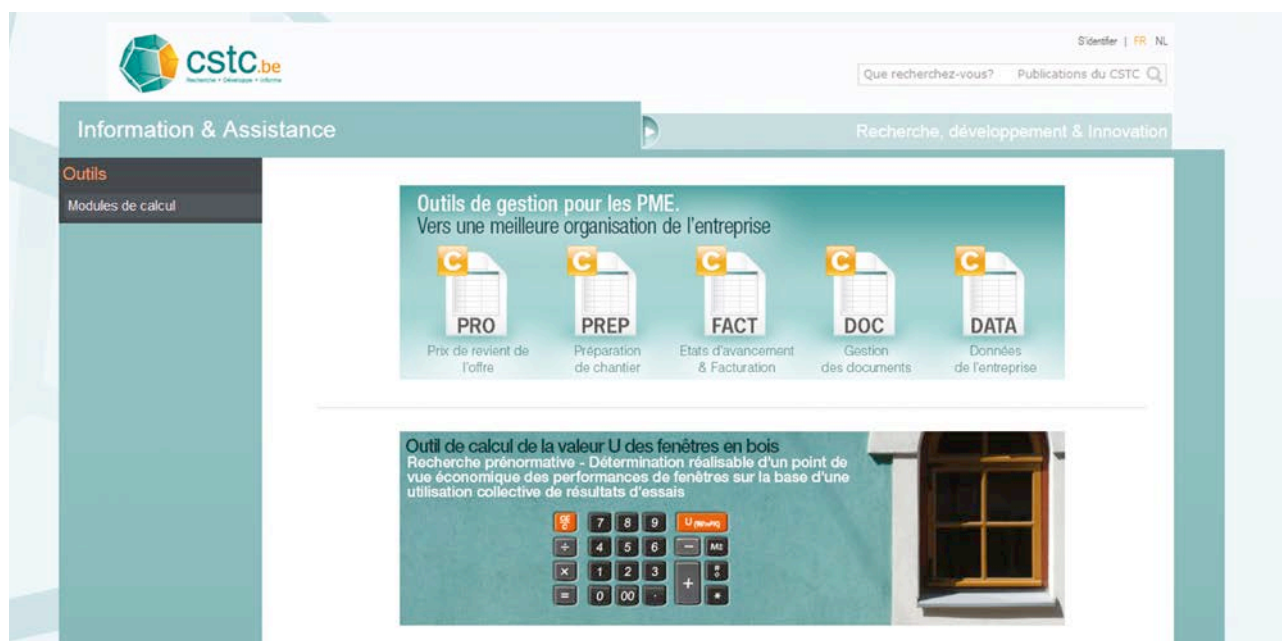
Exemple des courbes caractéristiques pour un système de chauffage par le sol

⁽¹⁾ La différence maximale admissible est plus faible pour les revêtements de sol en bois.

⁽²⁾ C'est-à-dire une zone du plancher chauffée à une température plus élevée, généralement une surface d'une largeur maximale de 1 m le long des murs extérieurs.

Devenez C-ACTIF !

Notre nouveau site www.cstc.be permet à l'entrepreneur de télécharger différents modules de calcul. Parmi ceux-ci, citons les outils de gestion mis à disposition des petites et moyennes entreprises.



En effet pour qu'une entreprise soit durable, elle doit non seulement maîtriser la technique et respecter les règles de l'art, mais elle doit également avoir le contrôle sur sa gestion et son organisation.

Ces modules didactiques donnent aux petites et moyennes entreprises la possibilité de mieux se structurer et d'améliorer les processus opérationnels d'un projet. Ils permettent notamment de mieux calculer l'offre de prix, de mieux préparer un chantier et de calculer, dans une optique de facturation, l'avancement et les montants réalisés durant une période.

Depuis mars 2013, cinq modules peuvent être téléchargés. Ce sont des modules fonctionnant sous Microsoft Excel® (version 2007 ou 2010 recommandées). Voici une brève présentation des fonctionnalités proposées.



Le module C-PRO® permet de récupérer ou d'introduire le métré, d'introduire les coûts directs (main-d'œuvre, matériaux, sous-traitance, matériel), d'éventuellement décomposer un poste en différents éléments, d'introduire les frais généraux et les marges bénéficiaires, de calculer, d'imprimer et de transmettre l'offre par courrier ou sous forme de fichier PDF.



Ce nouveau module permet de systématiser la préparation de chantier et propose une check-list des diverses activités et responsabilités.



Le module C-FACT® a été conçu afin de pouvoir récupérer une offre, introduire les quantités réalisées durant une période donnée, calculer les montants réalisés, réviser de prix (si applicable), imprimer et transmettre l'état d'avancement et la déclaration de créance et, enfin, de rédiger la facture et de prévoir son suivi.



Ce nouveau module permet d'introduire automatiquement les données de l'entreprise et des chantiers, mais également de systématiser un plan de classement préalablement établi. C-DOC® a également été conçu afin d'optimiser l'utilisation de ces documents type.



Enfin, le module C-DATA® permet d'estimer le salaire horaire moyen et les heures productives, de répartir les frais généraux, d'effectuer un suivi trimestriel des frais généraux, d'estimer le coût d'utilisation du matériel.

Tous ces modules peuvent être personnalisés en fonction des besoins de l'entreprise. Ils peuvent être téléchargés à partir de toutes les pages 'Métiers' de notre site Internet, ainsi que via la page 'Gestion' ou la nouvelle rubrique 'Outils de calcul' (www.cstc.be/go/outils). Une Infofiche vous guidera prochainement dans l'installation des applications.

La division Gestion, qualité et techniques de l'information, CSTC

Guidance CDUBOIS

Une action en faveur de l'augmentation de l'usage durable du bois est essentielle pour la gestion durable de la planète, en général, et de la Wallonie, en particulier. L'intégration du bois, matériau 'environnemental', dans la construction est favorisée chez nous depuis plusieurs années en vue de mettre en œuvre les politiques ambitieuses de lutte contre le changement climatique de la Région wallonne.

Dans une démarche de gestion durable, la poursuite et l'accentuation de la promotion du bois dans le secteur de la construction s'imposent naturellement. Le plan Marshall 2.Vert annonce ainsi qu'outre l'objectif de transformer 20 % de l'énergie en énergie renouvelable à l'horizon 2020, celui de pouvoir compter 20 % de nouvelles constructions et rénovations en bois semble très réaliste et en parfaite concordance avec la ressource locale.

La Guidance technologique CDUBOIS met au service du secteur l'expérience des deux centres spécialisés dans l'industrie de la transformation du bois (CTIB) et de la construction en bois (CSTC). Elle vise les matériaux en bois (panneaux, ...), les éléments de constructions en bois (éléments de façades menuisés, les menuiseries intérieures, les parquets, ...) et les constructions en bois.

Transfert d'information et assistance technique

L'objectif principal de la Guidance technologique CDUBOIS est de construire durablement en bois. Ses actions principales sont :

- la diffusion du *know-how* développé lors de recherches collectives et autres activités dans le domaine, par des publications, des séminaires, des formations, des visites, ...
- l'accompagnement privilégié des entreprises wallonnes dans le développement de nouveaux produits et technologies afin d'accroître leurs compétences et renforcer leur position sur un marché de plus en plus concurrentiel.

L'innovation au centre de la Guidance

Les nouvelles exigences (acoustiques, thermiques, durabilité, étanchéité, ...) imposées aux éléments de construction et aux constructions en bois, la mondialisation de la concurrence dans le domaine de la construction, ... sont autant de raisons qui poussent les entreprises wallonnes à s'adapter et à innover. Les demandes de solutions répondant à ces exigences multiples donnent naissance à de nombreuses idées au sein des petites et moyennes entreprises. La réalisation concrète de ces idées en solutions techniques performantes se heurte néanmoins à la difficulté de maîtriser l'entière du sujet. Vu la diversité du secteur concerné, l'avantage de la taille et de la structure des centres et, *a fortiori*, de leur collaboration au sein de cette Guidance technologique réside dans la possibilité d'aider de manière concrète et complète les entreprises wallonnes.

Publications

Les publications du CSTC sont disponibles :

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

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

Formations

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



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

Editeur responsable : Jan Venstermans,
CSTC, rue du Lombard 42, B-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

Recherche • Développe • Informe

Principalement financé par les redevances de quelque 85.000 entreprises belges représentant la quasi-majorité des métiers de la construction, le CSTC incarne depuis plus de 50 ans le centre de référence en matière scientifique et technique, contribuant directement à l'amélioration de la qualité et de la productivité.

Recherche et innovation

L'introduction de techniques innovantes est vitale pour la survie d'une industrie. Orientées par les professionnels de la construction, entrepreneurs ou experts siégeant au sein des Comités techniques, les activités de recherche sont menées en parfaite symbiose avec les besoins quotidiens du secteur.

Avec l'aide de diverses instances officielles, le CSTC soutient l'innovation au sein des entreprises, en les conseillant dans des domaines en adéquation avec les enjeux actuels.

Développement, normalisation, certification et agréation

A la demande des acteurs publics ou privés, le CSTC réalise divers développements sous contrat. Collaborant activement aux travaux des instituts de normalisation, tant sur le plan national (NBN) qu'europpéen (CEN) ou international (ISO), ainsi qu'à ceux d'instances telles que l'Union belge pour l'agrément technique dans la construction (UBAtc), le Centre est idéalement placé pour identifier les besoins futurs des divers corps de métier et les y préparer au mieux.

Diffusion du savoir et soutien aux entreprises

Pour mettre le fruit de ses travaux au service de toutes les entreprises du secteur, le CSTC utilise largement l'outil électronique. Son site Internet adapté à la diversité des besoins des professionnels contient les ouvrages publiés par le Centre ainsi que plus de 1.000 normes relatives au secteur.

La formation et l'assistance technique personnalisée contribuent au devoir d'information. Aux côtés de quelque 650 sessions de cours et conférences thématiques impliquant les ingénieurs du CSTC, plus de 26.000 avis sont émis chaque année par la division Avis techniques.

SIÈGE SOCIAL

Rue du Lombard 42, B-1000 Bruxelles
tél. 02/502 66 90
fax 02/502 81 80
e-mail : info@bbri.be
site Internet : www.cstc.be

BUREAUX

Lozenberg 7, B-1932 Sint-Stevens-Woluwe
tél. 02/716 42 11
fax 02/725 32 12

- avis techniques – publications
- gestion – qualité – techniques de l'information
- développement – valorisation
- agréments techniques – normalisation

STATION EXPÉRIMENTALE

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

- recherche et innovation
- formation
- bibliothèque

CENTRE DE DÉMONSTRATION ET D'INFORMATION

Marktplein 7 bus 1, B-3550 Heusden-Zolder
tél. 011/22 50 65
fax 02/725 32 12

- centre de compétence TIC pour les professionnels de la construction (ViBo)
- centre d'information et de documentation numérique pour le secteur de la construction et du béton (Betonica)

BRUSSELS MEETING CENTRE

Boulevard Poincaré 79, B-1060 Bruxelles
tél. 02/529 81 00
fax 02/529 81 10