



**cstc.be**  
Recherche • Développe • Informe

# Contact

UNE ÉDITION DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION

2016/4



**Impression 3D**  
p4-5

**Garde-corps**  
p16-17

**Microfissuration  
de retrait**  
p20-21

**BIMportal.be**  
p32-33



# Sommaire 2016/4

HORIZON 2020 : scruter ensemble l'avenir ..... 3

 Impression 3D et patrimoine ..... 4

Innovations dans le domaine de la **protection de l'acier** et du **monitoring de la corrosion** dans les ouvrages enterrés..... 6

 Applications des **matériaux** à base de **chanvre** ..... 8

 Isolation thermique des **toitures inclinées** : primes à la rénovation, déductions fiscales et outil pratique ..... 10

 Détection des **infiltrations** dans les toitures plates ..... 12

 Dégradation du contreplaqué appliqué en toiture..... 14

 Révision de la norme dédiée aux **garde-corps**..... 16

Pleins feux + FAQ ..... 18

 La **microfissuration de retrait** des mortiers de jointoiement ..... 20

 Techniques de **découpage** des carreaux céramiques..... 22

 Revêtements de sol textiles : importance du **travail préalable** à la pose..... 24

 **Ventilation des logements** : une nouvelle NIT et un outil de calcul..... 26

 Ventilation et **polluants microbiologiques** : résultats rassurants ..... 28

 **Evacuation séparée** des eaux usées et des eaux pluviales ..... 30

 **BIMportal.be** : le portail belge de référence dédié au BIM et au numérique ..... 32

 La **décision d'investissement** : une approche pratique appliquée à la construction ..... 34

# HORIZON 2020 :

## scruter ensemble l'avenir

Le 23 novembre dernier, le Centre présentait aux membres de ses Comités techniques et de leurs groupes de travail son second rapport de vision : HORIZON 2020, fruit de la compilation des plans de travail. Issus d'une concertation avec les acteurs du secteur, ces plans de travail visent à anticiper les implications que certains mouvements de fond peuvent avoir sur notre façon de bâtir ou de rénover.

Après un rapide coup d'œil sur quelques-unes des actions menées ces dernières années, nous nous sommes penchés sur les défis futurs. Si les trois thèmes identifiés en 2013 restent globalement d'application, des évolutions marquantes se sont fait jour.

**L'énergie et l'environnement** restent bien entendu des thématiques phares. Mais là où l'accent était encore mis, il y a peu, sur la conception et l'exécution de bâtiments intégrant des couches d'isolation thermique très épaisses, la priorité se concentre désormais sur la construction presque neutre en énergie et sur la rénovation énergétique du bâti existant. L'environnement et la construction durable sont au carrefour d'un changement important. La Belgique s'est en effet engagée dans **l'économie circulaire** et le secteur du bâtiment est considéré comme prioritaire. On s'oriente donc vers un modèle qui permettra de maintenir le plus longtemps possible dans la chaîne les matériaux et les matières premières, en opérant en cycle fermé par le biais du recyclage et de la réutilisation : les déchets d'aujourd'hui deviennent ainsi les matières premières de demain.

**Les systèmes constructifs** évoluent également au profit d'une préfabrication partielle plus fréquente qui concerne désormais de très nombreux métiers. Celle-ci permet en effet de répondre à bon nombre d'exigences techniques, mais aussi de contenter les clients en diminuant sensiblement les délais d'exécution. Reste à concevoir et à réaliser des raccords adéquats entre ces éléments. Là réside la tâche principale des ingénieurs du Centre.

Nouveau thème de travail, **la 4<sup>e</sup> révolution industrielle** ou 'Industrie 4.0' est marquée par le développement de technologies qui se mettent au service de l'acte de construire, de gérer, d'entretenir et de rénover nos bâtiments : intelligence artificielle, robotique, Internet des objets, impression 3D, drones, réalité virtuelle, le BIM... vont révolutionner notre secteur. Une mutation importante qui touchera les grandes comme les petites entreprises et dans laquelle le CSTC entend jouer un rôle clé.

Au fil du temps, notre patrimoine bâti s'est enrichi de nombreux éléments décoratifs et sculptés à partir de matériaux tels que la pierre naturelle, le plâtre ou la céramique. La conservation et la restauration de ce merveilleux héritage constituent un défi majeur pour l'artisan, qui dispose aujourd'hui d'un large éventail de nouveaux moyens technologiques. Cet article est consacré à la technique de l'impression 3D.

## Impression 3D et patrimoine

### Principe des techniques de mise en forme <sup>(1)</sup>

Une étude a été menée dans le cadre du projet *3D-restauratie* <sup>(2)</sup> afin de déterminer les applications actuelles et éventuellement futures de la technologie 3D pour le secteur de la restauration <sup>(3)</sup>. Une attention particulière a été accordée au travail de la pierre naturelle et du métal, aux finitions à base de plâtre ainsi qu'aux décorations en céramique (carreaux, par

exemple). Il est à noter que ces technologies n'écartent pas le processus de fabrication artisanale classique, mais qu'elles contribuent à faciliter certaines étapes intermédiaires de la production.

Les techniques de mise en forme se basent toujours sur un modèle virtuel, créé à l'aide de scans 3D et/ou d'un logiciel de CAO (conception assistée par ordinateur). Ce modèle permet de réaliser un élément de construction (au sens

large du terme) dans le matériau souhaité. Ainsi, en ce qui concerne la pierre naturelle, il est possible, par exemple, de fraiser directement le matériau ou de travailler avec un matériau artificiel imitant la pierre naturelle. Dans un cas comme dans l'autre, il est toutefois souvent nécessaire de procéder manuellement à certaines finitions mineures.

La réalisation de ces modèles virtuels à l'aide d'un logiciel de CAO et des techniques de numérisation (scan laser ou photogrammétrie, par exemple) est aujourd'hui à la portée de quasi n'importe quelle entreprise de construction, mais elle requiert un investissement considérable (tant sur le plan financier que sur celui de l'acquisition de l'expérience nécessaire). Ceci explique pourquoi il est encore bien souvent recommandé de faire appel à des sociétés externes spécialisées en la matière.



Source : Vervloet/Sirris

1 | Exemple de modèles imprimés en 3D

### Impression 3D

La fabrication additive, mieux connue sous l'appellation 'impression 3D', est une technique prometteuse pour la (re)production d'éléments de construction métalliques de petites dimensions (quincaillerie, décorations...) et de grandes dimensions (porteurs ou non).

Bien qu'il soit aujourd'hui possible d'imprimer directement des éléments

<sup>(1)</sup> Les 'techniques de mise en forme' d'un matériau regroupent la sculpture, le taillage, le fraisage, le modelage, le sciage, le moulage voire l'impression 3D.

<sup>(2)</sup> Le projet '*3D-restauratie*' est une initiative de la Confédération Construction flamande, du centre de connaissance Sirris et du CSTC, et est subsidié par VLAIO (*Agentschap Innoveren en Ondernemen*).

<sup>(3)</sup> Malgré la pertinence d'un débat consacré aux aspects historiques, culturels et éventuellement déontologiques de ces nouvelles technologies dans le secteur patrimonial (en particulier concernant la reconstruction ou le remplacement des bâtiments), ce sujet n'est pas abordé dans le cadre de cet article.



2 | Exemple d'objet complexe en fonte dont le moule en sable pourrait être imprimé en 3D



Source : Brilliant Technology 3D

3 | Exemple de modèles à la cire perdue imprimés en 3D et destinés à la confection de bijoux. Ceux-ci permettent une très grande précision et une incroyable complexité.

en béton, en métal ou en céramique – c'est-à-dire sans moule ou sans coffrage –, certaines réserves peuvent être émises concernant des aspects tels que la précision et la tolérance, les caractéristiques techniques des matériaux (durabilité, par exemple) et la faisabilité technique de la méthode (4).

Pour la plupart des entreprises de construction, il est donc plus réaliste pour l'instant de continuer à utiliser les méthodes traditionnelles pour la production principale et de recourir à l'impression 3D pour certaines étapes intermédiaires à haute technologie (prototypage rapide). Ce principe, actuellement très en vogue, consiste à fabriquer de manière relativement rapide et peu coûteuse un modèle – généralement en plastique – dans les dimensions souhaitées. Pour ce faire, un prototype est imprimé à partir d'un scan ou d'une modélisation numérique (basée sur des photos historiques, par exemple) d'un objet existant. La figure 1 à la page précédente en montre quelques exemples. La modélisation numérique permet en outre de retravailler les fichiers 3D bruts issus de scans (symétrie ou remise à l'échelle, par exemple). Il est ainsi possible, par exemple, de compenser le retrait du métal, phénomène inévitable

lors de la production de l'objet définitif. Ce prototype imprimé sert ensuite à fabriquer le moule en sable ou le modèle à la cire perdue que l'on utilisera pour le coulage du métal en fusion, et ce de manière artisanale.

Dans le cas des **moules en sable**, la réalisation d'un tel prototype n'est toutefois pas obligatoire à l'heure actuelle. Le moule peut en effet être directement imprimé à partir du modèle numérique de l'objet à fabriquer. Dans ce cas, les canaux nécessaires au coulage du métal en fusion et à l'évacuation des gaz de combustion sont prévus durant une phase préalable d'ingénierie numérique. Les canaux sont imprimés automatiquement en même temps que le moule. Cette méthode présente un avantage certain pour la création d'objets complexes par rapport au processus de fabrication classique des moules en sable. Le moule est en effet imprimé avec des dimensions supérieures à celles de l'objet, compte tenu du retrait que subira l'objet métallique. Cette technique est adéquate pour les objets de grandes dimensions (en fonte) à structure complexe (voir figure 2).

Concernant la **méthode à la cire perdue**, pratiquée depuis longtemps déjà pour

la réalisation d'objets métalliques, la confection d'un modèle intermédiaire n'est plus obligatoire de nos jours non plus. La méthode classique consiste à réaliser un modèle en cire, ainsi que les canaux de coulée, dans un matériau résistant au feu. Après une étape de 'cuisson', durant laquelle la cire est fondue, le moule est prêt à être rempli de métal en fusion (bronze, par exemple). Grâce aux nouvelles applications d'impression 3D, il est toutefois possible d'imprimer directement les modèles en cire, ainsi que les canaux de coulée, souvent complexes, et de les utiliser ensuite comme des modèles classiques à la cire perdue. Cette méthode tient compte, elle aussi, du retrait de l'objet et permet d'imprimer un modèle à la cire perdue plus grand que l'objet à fabriquer. Elle convient parfaitement pour la reproduction d'objets détaillés (voir figure 3) tels que les fines pièces de quincaillerie.

Les techniques actuelles d'impression 3D offrent de nombreuses possibilités d'utilisation. C'est un domaine en pleine évolution auquel le CSTC consacre plusieurs études. |

*Y. Vanhellemont, ir., chef adjoint du laboratoire 'Rénovation', CSTC*

(4) Voir l'article 'Le futur du processus de construction : imprimer le béton en 3D ?' sur la page c-watch de notre site Internet.



**En Belgique, plus de 80.000 tonnes d'acier sont utilisées chaque année dans diverses constructions enterrées. Une conception intelligente couplée à un monitoring de la corrosion pourrait néanmoins rendre plus efficace la manière dont est utilisé ce matériau.**

## Innovations dans le domaine de la protection de l'acier et du monitoring de la corrosion dans les ouvrages enterrés

Les concepteurs et les entrepreneurs impliqués dans la construction d'ouvrages géotechniques ont un réel besoin de connaissances concernant les mécanismes de corrosion, les mesures de protection contre celle-ci et les possibilités qu'offrent les techniques de monitoring.

La métallurgie innove perpétuellement en proposant de nouveaux alliages et *coatings* ou en développant de nouvelles techniques de monitoring de la corrosion. Afin de pouvoir également appliquer ces connaissances aux constructions enterrées, Clusta, le CSTC et l'ABEF (Association belge des entrepreneurs de fondation) se sont associés dans le cadre du projet VIS intitulé INCOR (*'Innovatieve corrosiebescherming bij ondergronds bouwen'*).

### Ouvrages géotechniques

Qu'il s'agisse de fondations, d'ouvrages de soutènement, de caves ou de talus stabilisés ou cloués, toutes ces constructions sont enfouies partiellement ou entièrement dans le sol. Malgré la diversité des techniques permettant de réaliser ce type d'ouvrages, l'acier y

joue toujours un rôle essentiel. Ainsi, la plupart des ouvrages géotechniques en béton préfabriqué ou coulé sur place sont armés ou précontraints.

Cependant, l'acier présente l'inconvénient de se corroder. La durée de vie et le comportement des constructions enterrées comportant de l'acier dépendent donc en grande partie de la manière dont cet acier est protégé de la corrosion.

### Monitoring de la corrosion

Bien que les techniques de monitoring de la corrosion permettent de mieux apprécier l'efficacité de certaines mesures de protection et d'améliorer les techniques de mise en œuvre (plutôt que de simplement prévoir une plus grande quantité d'acier, par exemple), elles restent encore peu connues dans le domaine géotechnique.

Les techniques de monitoring permettent surtout d'appliquer des directives de conception moins strictes. Citons, par exemple, les *smart structures*, dont la conception a été optimisée grâce aux

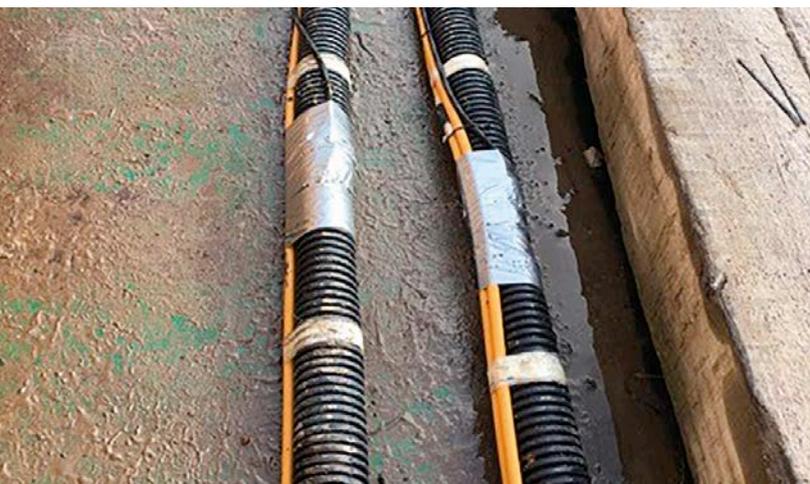
données du monitoring. L'investisseur bénéficie ainsi de coûts réduits et l'entrepreneur d'un avantage sur le plan de la compétitivité.

Les systèmes de monitoring doivent cependant être implantés en parallèle à une stratégie d'entretien mûrement réfléchi. Pour cela, il convient d'établir, dès la phase de conception, les mesures à adopter lorsque certaines valeurs limites sont dépassées.

### Projet pilote

Pour déterminer la faisabilité des techniques de monitoring appliquées aux constructions enterrées, un projet pilote a été mené à Nevele, avec le soutien de l'ABEF, dans le cadre du projet Seine-Schelde-West (réalisé par Waterwegen en Zeekanaal). Des murs de soutènement ont ainsi été mis en place afin de permettre la réalisation des élargissements du canal de dérivation de la Lys. La stabilité horizontale de ces murs était assurée par des tirants d'ancrage en acier. La durée de vie souhaitée pour ces derniers était de 100 ans. Les travaux ont été effectués par l'asso-

1 | Capteurs fixés aux torons de précontrainte



2 | Toron de précontrainte muni d'une fibre optique





### 3 | Récupération du câble de mesure (câble bleu) durant la mise en tension du tirant d'ancrage



### 4 | Armoire de mesure permettant le monitoring à long terme des déformations des torons de précontrainte



ciation momentanée THV Besix West Construct 'Bochtverbredingen' et les tirants d'ancrage ont été réalisés par THV Bachy-Fondedile-Nevele.

Zensor, une *spin off* de la VUB spécialisée dans les techniques de monitoring de la corrosion, a équipé de capteurs les torons de précontrainte de deux de ces tirants d'ancrage. Ces capteurs ont été placés entre les deux couches de la protection anticorrosion appliquées sur les tirants d'ancrage (voir figure 1 à la page précédente), avec pour objectif de mesurer l'activité corrosive souterraine dans les zones les plus critiques. Il sera ainsi possible de déterminer sur une longue période la perte d'acier en micromètres par an et de vérifier de manière quantitative le bon fonctionnement de la protection contre la corrosion.

En parallèle, le CSTC, qui s'est consacré ces dernières années au développement

de la technologie des fibres optiques, a fixé un certain nombre de nouvelles fibres optiques sur toute la longueur des torons (voir figure 2) dans le but de mesurer la déformation de ces derniers. On considère en fait qu'une diminution de la section de l'acier due à la corrosion peut se traduire directement par une augmentation des déformations mesurées.

Après la mise en place de l'instrumentation (capteurs et fibres optiques) et l'application de la protection sur les torons, le mur de soutènement a été foré et les torons installés et scellés dans le sol à la profondeur prévue, et ce au moyen d'un coulis injecté.

Pendant et après la mise en tension du tirant d'ancrage, les câbles de mesure ont été récupérés (voir figure 3) et connectés à une armoire de mesure qui permettra dorénavant d'assurer la

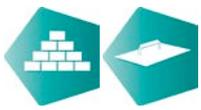
lecture des résultats de mesure sur le long terme (voir figure 4).

Ce projet pilote vise à démontrer que les techniques innovantes en matière de monitoring de la corrosion peuvent également être appliquées aux structures géotechniques enterrées. Les connaissances acquises dans le cadre de ce projet permettront, par exemple, de prévoir d'éventuelles dégradations des ancrages, mais aussi, dans le futur, de munir ces derniers d'une protection contre la corrosion qui soit optimisée et rentable.

*L. François, ir., et N. Denies, dr. ir.,  
chefs de projet, laboratoire Géotechnique  
et monitoring, CSTC  
N. Huybrechts, ir., chef de la division  
Géotechnique, CSTC  
M. Roovers, ir., président, ABEF*

## www.corrosie.info

Ce site, uniquement en néerlandais, propose des articles et des fiches concernant les mécanismes de corrosion, les courants vagabonds, la protection cathodique et la corrosion microbologique. Il offre également la possibilité de demander conseil pour le développement ou la validation de vos idées et concepts novateurs.



On tend aujourd'hui à réduire de plus en plus les émissions des gaz à effet de serre et à utiliser des ressources renouvelables locales. Il est dès lors justifié que l'on cherche à développer et optimiser des matériaux de construction biosourcés (c'est-à-dire d'origine végétale ou animale). De nombreuses équipes mènent depuis quelques années des actions de recherche et de développement dans ce domaine. Le CSTC s'est, quant à lui, consacré notamment aux matériaux à base de chanvre dans le cadre du projet BCC-BAT (\*). Cet article aborde les applications de ce matériau dans le secteur de la construction.

## Applications des matériaux à base de chanvre

Le chanvre est une plante à croissance rapide offrant des applications dans divers domaines. Tant la partie externe de la tige, constituée de fibres, que sa partie interne, appelée chènevotte, peuvent être utilisées pour la confection de produits de construction (voir tableau).

Les fibres servent à la fabrication de **matelas d'isolation thermique**, principalement utilisés comme matériau isolant dans les ossatures en bois des murs, dans les planchers et les toitures.

La chènevotte peut être utilisée tout d'abord comme **matériau d'isolation en vrac**. Son application principale est l'isolation entre les poutres de plancher.

Elle est caractérisée par la taille de ses granulats (généralement comprise entre 10 et 30 mm), sa masse volumique en vrac et ses propriétés hygrothermiques (conductivité thermique, absorption d'humidité). La chènevotte est constituée d'un ensemble de canaux capillaires parallèles engendrant une forte absorption de l'eau (de l'ordre de 4 à 6 fois sa masse). En outre, son hygroscopicité élevée entraîne une capacité d'échange d'humidité avec l'air ambiant grâce aux phénomènes de sorption/désorption (augmentation de la teneur en eau d'un matériau poreux

par fixation de la vapeur d'eau contenue dans l'air ambiant et inversement).

La chènevotte peut également être utilisée comme **granulat végétal** pour des produits confectionnés à l'aide de liants adaptés. Selon l'application visée, dif-

férentes propriétés seront recherchées, ce qui influence le dosage en liants, la masse volumique et la conductivité thermique du produit. On utilise des liants préfabriqués ou des compositions réalisées sur la base d'ouvrages de référence ou de l'expérience propre de

Principales applications du chanvre en construction

Produit		Applications	Valeur $\lambda$ [W/m.K] <sup>(1)</sup>	
Matelas d'isolation thermique constitué de fibres de chanvre		Ossature en bois (murs, planchers, toitures)	0,04 (30-40)	
Chènevotte en vrac		Plancher en bois	0,048-0,053 (90-135)	
Béton de chanvre – Mélange chènevotte et liant <sup>(2)</sup>	Dosage indicatif en liant	Faible (110 kg/m <sup>3</sup> )	Ossature en bois (toitures, planchers)	0,06 (220)
		Moyen (280 kg/m <sup>3</sup> )	(Sous-)chape	0,09-0,10 (385)
		Moyen (200-440 kg/m <sup>3</sup> )	Remplissage des murs d'une ossature en bois, contre-mur	0,08-0,12 (300-550)
		Elevé (600-750 kg/m <sup>3</sup> )	Enduisage de murs	0,13-0,19 (700-950)
Bloc de maçonnerie à base de chanvre – Mélange chènevotte et liant <sup>(2)</sup>		Maçonnerie protégée non portante (remplissage, contre-mur)	0,08 (350)	

<sup>(1)</sup> Valeur indicative de la conductivité thermique. La masse volumique du produit est indiquée entre parenthèses [kg/m<sup>3</sup>]  
<sup>(2)</sup> Le liant est généralement un mélange de chaux.

(\*) 'Bétons légers chaux-chanvre projetables pour le bâtiment' subsidié par la Wallonie (DGO6) et mené en collaboration avec Sirris et l'UCL.



1 | Banchage d'un mélange liant-chanvre pour la réalisation d'un contre-mur

l'exécutant, mais on privilégiera toujours les recommandations du fabricant du matériau pour l'application visée.

La forte capillarité de la chènevotte influence fortement la gâchée ainsi que les propriétés du produit à l'état frais ou durci. En effet, elle ne peut pas concurrencer les besoins en eau d'un liant hydraulique sous peine de brûlage de ce liant. On s'affranchit de cette difficulté en utilisant de la chaux, qui est reconnue pour une meilleure rétention d'eau, et/ou en ajoutant un liant à prise aérienne (chaux hydratée) et/ou en adaptant la succession des opérations de mélange (préhumidification des granulats, par exemple).

L'enduisage des murs (voir [Les Dossiers du CSTC 2010/2.9](#)) peut être réalisé au moyen de mélanges dont le dosage sera, de préférence, plus élevé en liants, afin d'obtenir une consistance fluide adéquate (onctuosité), au détriment toutefois des performances thermiques. Un granulats de chanvre plus fin contribuera également à une meilleure onctuosité ainsi qu'à un fini moins grossier.

Les **bétons de chanvre** sont utilisés principalement pour le remplissage des ossatures en bois ou pour réaliser un contre-mur. Ils sont également utilisés pour isoler les toitures et les sols. Ces bétons sont mis en œuvre par déversement, par banchage, voire par projection. On privilégie en général un

mélange peu fluide au dosage faible ou moyen en liants pour optimiser la pose (compactage aisé, décoffrage rapide...) et, surtout, la résistance thermique. On veillera toutefois à ce que le matériau maintienne un caractère cohésif. En fonction des volumes mis en œuvre, de la teneur initiale en eau du mélange et des conditions ambiantes, il convient de tenir compte d'une durée de 'séchage' non négligeable (de l'ordre de plusieurs mois).

Les **blocs de maçonnerie** (voir [Les Dossiers du CSTC 2014/4.4](#)) préfabriqués à base de chanvre ont des applications similaires aux bétons de chanvre. L'avantage des blocs préfabriqués réside d'abord dans des caractéristiques plus stables obtenues grâce à un meilleur contrôle des conditions de confection. Ensuite, le séchage du matériau débute déjà avant la pose. En revanche, la très faible résistance à la compression, de l'ordre de 0,3 N/mm<sup>2</sup> (en comparaison avec celle de 5 N/mm<sup>2</sup> des blocs en béton cellulaire ou celle de 15 N/mm<sup>2</sup> des blocs perforés en terre cuite), exclut tout usage comme bloc porteur.

Afin de limiter le risque de dégradation (en particulier par des attaques biologiques), les matériaux à base de chanvre, à l'instar de tous les matériaux sensibles, doivent être préservés d'une humidification excessive et prolongée (intempéries, remontées capillaires, condensations), quelle que soit l'application prévue.

## Régulation hygrique ?

Les caractéristiques hygroscopiques et de diffusion de la vapeur d'eau des matériaux peuvent contribuer à créer un

certain effet tampon vis-à-vis d'éventuelles variations d'humidité relative du climat intérieur.

Des méthodes d'essai normalisées visant à quantifier cet effet ont été développées. Ainsi, la méthode danoise vise à déterminer la valeur MBV (pour *moisture buffer value*) de l'effet tampon à l'humidité d'un matériau, en simulant des variations journalières de l'humidité relative de l'air (de 33 à 75 % HR). Selon cette méthode, qui se limite à comparer les matériaux, les produits à base de chanvre sont parmi les mieux classés ('bons' à 'excellents').

Il convient toutefois d'émettre certaines réserves quant à la transposition des résultats de cette méthode d'essai afin de prévoir le comportement du matériau dans des conditions réelles. Premièrement, l'essai n'envisage pas la présence de parachèvements (enduits, peintures...). Deuxièmement, le résultat de la méthode d'essai est tributaire de l'épaisseur de la couche testée et de la profondeur de pénétration de l'humidité. Enfin, cette méthode ne simule pas les pics d'humidité extrêmes (pics plus élevés et/ou plus courts que l'on retrouve dans une salle de bain, par exemple) et les phénomènes de saturation.

Par ailleurs, même si les matériaux de parachèvement hygroscopiques et perméables à la diffusion de vapeur d'eau peuvent contribuer à atténuer les variations d'humidité relative de l'air, ils ne remplacent en aucun cas un système de ventilation efficace (voir [NIT 258](#)). **I**

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

## 2 | Maçonnerie de blocs de chanvre



Source : IsoHemp

Les couvreurs doivent fournir à leurs clients les valeurs de transmission thermique des parois de toiture, appelées valeurs U. En effet, ces informations peuvent notamment permettre l'obtention de primes et de déductions fiscales dans le cadre de travaux de rénovation. Cet article rappelle brièvement les exigences et les conditions d'obtention de ces avantages en vigueur à l'heure de sa publication.

# Isolation thermique des toitures inclinées : primes à la rénovation, déductions fiscales et outil pratique

## 1 U, R et $\lambda$

Le **coefficient de transmission thermique U** d'une paroi indique la quantité de chaleur qui traverse cette paroi en mode stationnaire (c'est-à-dire dans des conditions de température constante). Moins cette valeur est élevée, plus la paroi est isolante. La valeur U est l'inverse de **la valeur R, qui représente la résistance thermique**.

Ces deux coefficients dépendent des matériaux qui constituent la paroi et, plus spécifiquement, de leur épaisseur et de leur **conductivité thermique  $\lambda$** . Cette valeur  $\lambda$  s'exprime en W/m.K et figure notamment sur les étiquettes accompagnant le marquage CE du produit.

L'**Infociche 69.2** fournit des tableaux indiquant, pour chaque isolant, la gamme de valeurs  $\lambda$ , depuis le produit le plus

performant du marché jusqu'à la valeur par défaut issue de la réglementation (assez défavorable). En effet, la prise en compte dans le calcul d'une valeur par défaut plutôt que de la valeur reprise sur l'étiquette a un impact considérable sur l'épaisseur à mettre en œuvre.

## 2 Exigences et primes

### 2.1 Avantage fiscal

L'obtention de la déduction fiscale nécessite que la valeur minimale de résistance thermique de la (ou des) couche(s) isolante(s) ajoutée(s) soit égale ou supérieure à 4,5 m<sup>2</sup>.K/W pour une facture datée de 2017, et égale ou supérieure à 2,5 m<sup>2</sup>.K/W pour une facture datée de 2016.

À l'heure de la publication de cet article,

les autorités régionales octroient des déductions fiscales équivalant à 30 % du montant de la facture, avec un plafond fixé à 3.070 €. Les travaux doivent être réalisés par une entreprise et le bâtiment doit être occupé en tant que logement depuis au moins cinq ans.

### 2.2 En Wallonie

Pour obtenir la prime Energie en cas d'isolation thermique de la toiture, il faut que la valeur minimale de résistance thermique de la (ou des) couche(s) isolante(s) ajoutée(s) soit égale ou supérieure à 4,5 m<sup>2</sup>.K/W (1).

La valeur  $\lambda$  utilisée pour calculer la résistance doit soit être certifiée par un ATG, un ATE ou un marquage CE, soit être reprise dans la base de données des produits PEB ([www.epbd.be](http://www.epbd.be)).

Récapitulatif des grandeurs utilisées pour caractériser le pouvoir isolant d'un matériau ou d'une paroi

Grandeurs	Elément concerné	Impact sur l'élément concerné
Conductivité thermique $\lambda$ [W/m.K]	Le matériau	Moins cette valeur est élevée, plus le matériau est isolant.
Résistance thermique R [m <sup>2</sup> .K/W]	La paroi	Plus cette valeur est élevée, plus la paroi est isolante.
Transmission thermique U [W/m <sup>2</sup> .K]	La paroi	Moins cette valeur est élevée, plus la paroi est isolante.

(1) <http://energie.wallonie.be/fr/isolation-du-toit-a-partir-du-1er-avril-2015.html?IDC=8793&IDD=101480>



## Un outil simple et complet

A la demande de nombreux couvreurs, le CSTC a conçu un outil pratique et simple d'utilisation. Développé à partir du logiciel Excel®, il fournit une fiche des valeurs U des différentes parois mises en œuvre par l'entrepreneur en se basant sur les informations pratiques dont il dispose. Il tient également compte des fractions 'bois' et de l'impact d'éventuelles fixations mécaniques.

Cet outil peut être téléchargé dans la rubrique 'Outils de calcul' que vous retrouverez sur la page d'accueil de notre site Internet.

Exemple d'encodage pour une configuration de toiture inclinée

Données de calcul			
Projet en cours :	Maison Leclercq		
Type :	Toiture inclinée		
Nom :	Toiture corps de maison		
Couche 1 : Sous toiture isolante Couche 2 : Isolation sur chevrons Couche 3 : Isolation entre chevrons Couche 4 : Isolation sous chevrons Couche 5 : Pare-vapeur Couche 6 : Finitions Intérieures			
Pente de la toiture	60	°	
Couche 1 : Sous toiture isolante	No	Yes = Oui / ? = Inconnu / No = Non	
Couche 2 : Isolation sur chevrons	No	Yes = Oui / ? = Inconnu / No = Non	
Couche 3 : Isolation entre chevrons	Yes	Yes = Oui / ? = Inconnu / No = Non	
Epaisseur d'isolant	240	mm	
Type d'isolant	Laine de verre		

La prime de base varie selon que le travail est effectué par le demandeur lui-même (2 €/m<sup>2</sup>) ou par une entreprise (5 €/m<sup>2</sup>). Il est à souligner que cette prime de base peut être majorée selon la catégorie de revenus du ménage, et qu'elle peut ainsi atteindre 15 €/m<sup>2</sup> pour les revenus modestes (2). Elle est toutefois limitée, d'une part, à une surface de 100 m<sup>2</sup> et, d'autre part, à 70 % du montant global de la facture.

### 2.3 A Bruxelles

Pour bénéficier de la prime Energie, il faut que la valeur minimale de résistance thermique de la (ou des) couche(s) isolante(s) ajoutée(s) soit égale ou supérieure à 4 m<sup>2</sup>.K/W.

Le montant de la prime varie de 15 à 25 €/m<sup>2</sup> selon le type de bâtiment (résidentiel collectif, résidentiel unifamilial ou tertiaire) et la catégorie de revenus (3). En outre, un bonus de 10 €/m<sup>2</sup> est octroyé en cas d'utilisation d'un matériau isolant naturel. En revanche, les travaux doivent obligatoirement être réalisés par une entreprise inscrite à la Banque Carrefour des Entreprises (BCE).

Il est à noter que certaines communes offrent une prime complémentaire (4).

### 2.4 En Flandre

Les gestionnaires de réseaux proposent une prime à l'isolation pour les bâtiments dont le permis de bâtir est antérieur à janvier 2016. Le montant peut varier de 3 à 8 €/m<sup>2</sup> selon la valeur de résistance thermique de l'isolant ajouté et selon que les travaux sont réalisés par le demandeur ou par une entreprise.

Ainsi, pour une facture datée de 2015 ou de 2016, le coefficient de résistance thermique doit être égal ou supérieur à 3,5 m<sup>2</sup>.K/W, et pour une facture datée de 2017 ou de 2018, il doit être égal ou supérieur à 4,5 m<sup>2</sup>.K/W.

Certaines primes peuvent également être octroyées par les communes.

Le site [www.premiezoeker.be](http://www.premiezoeker.be) met à disposition un outil permettant d'avoir une vue globale de toutes les primes qui peuvent être obtenues en Flandre en fonction du type de travaux, de la commune et du demandeur.

C. Mees, ir., chef de projet senior, division Energie, CSTC

(2) <http://energie.wallonie.be/fr/prime-energie-a-partir-du-1er-avril-2015.html?IDD=101468&IDC=8793>

(3) [http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user\\_files/list\\_primes2016fr.pdf](http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user_files/list_primes2016fr.pdf)

(4) <http://www.curbain.be/fr/primes-et-fiscalite/primes-subsventions/primes-et-aides-communales>



Il n'est pas toujours facile de déterminer l'origine des problèmes d'humidité dans les toitures plates. Puisque l'on procède généralement par élimination, ce processus peut en outre prendre un certain temps.

## Détection des infiltrations dans les toitures plates

### Infiltrations versus condensation

La présence d'eau ou de taches d'humidité sous une toiture plate n'est pas forcément due à des infiltrations, mais peut également être causée par la condensation. Il convient dès lors d'établir une distinction entre ces deux phénomènes. Celle-ci réside dans les conditions climatiques sous lesquelles ils se manifestent. Ainsi, contrairement aux infiltrations, les problèmes de condensation dans un complexe toiture ne sont pas liés aux pluies, mais apparaissent en principe durant les périodes les plus froides (condensation interne) et les plus chaudes (condensation inversée) de l'année. Les [Infofiches 27](#) et [28](#) contiennent davantage d'informations concernant la condensation interne et la condensation inversée. Le présent article traite, quant à lui, uniquement du phénomène d'infiltration.

### Comment détecter des infiltrations ?

Il n'est pas toujours facile de déterminer l'origine des infiltrations. En effet, l'endroit où l'eau s'infiltré est parfois très éloigné de celui où le problème d'humidité peut être observé. Par ailleurs, la présence d'une couche de protection (graviers, dalles de terrasse, toiture verte...) ou d'installations sur la toiture peut compliquer le contrôle de l'étanchéité.

On procédera généralement par élimination, en tentant d'écarter une à une les sources d'infiltrations possibles. Puisqu'il convient de prévoir à chaque fois le temps d'évaluation nécessaire, cette démarche peut prendre un certain temps. Les inspections visuelles et les mesures du taux d'humidité dans la finition intérieure sont d'une grande utilité à cet égard.

Afin d'orienter les investigations dans la bonne direction, il faut tout d'abord connaître les **conditions climatiques** précises sous lesquelles les infiltrations se manifestent (directement ou peu de temps après qu'il a plu, intensité des précipitations, présence de vent ou de neige...).

Il convient ensuite d'analyser **le complexe toiture, la pente de la toiture et l'éventuel compartimentage** (séparation de l'isolant en zones de 100 à 200 m<sup>2</sup> réalisée en reliant le pare-vapeur à l'étanchéité) en parallèle avec les endroits où sont observées les infiltrations.

Ces dernières ne sont pas toujours dues à un défaut dans l'étanchéité de la toiture, mais peuvent également survenir au droit des **détails**. En cas de vents violents, l'eau peut en effet être poussée par le vent et contourner l'étanchéité. C'est généralement le cas lorsque les détails sont exposés à des pluies battantes (façades orientées au sud-ouest, par exemple). Les détails peuvent être contrôlés visuellement et examinés eu égard aux principes énoncés dans la [NIT 244](#). Si nécessaire, un sondage peut être pratiqué (examen destructif). En aspergeant les détails à l'aide d'un tuyau d'arrosage, il est possible de reproduire les conditions climatiques et d'observer si l'eau infiltrée est visible à l'intérieur. Les détails peuvent également être protégés temporairement des pluies battantes (au moyen d'une feuille de PE, par exemple, voir figure 1).

Les **défauts dans l'étanchéité** entraîneront des infiltrations même en cas de pluies sans vent et de chutes de neige. En arrosant l'étanchéité et en la laissant



1 | Protection temporaire d'une partie d'un mur acrotère contre les pluies battantes



2 | La dispersion de l'humidité dans le complexe toiture rend la détection des infiltrations difficile.

## Il n'est pas toujours facile de déterminer l'origine des infiltrations.

sécher ensuite, il est possible d'observer si certaines zones restent humides plus longtemps. Celles-ci peuvent indiquer la présence d'un défaut local.

Dans certains cas, il est possible de contrôler l'**étanchéité de la toiture** en la mettant sous eau – après en avoir colmaté les évacuations – avec ajout éventuel de colorants ou d'ammoniac (voir également l'annexe 4 de la [NIT 229](#)). Concernant les toitures isolées thermiquement munies d'un pare-vapeur correctement mis en œuvre (couche étanche à l'eau), les éventuelles fuites ne se manifesteront cependant pas toujours dans les espaces situés sous la toiture, mais occasionneront une humidification importante de l'isolation thermique. Cela signifie que, même lorsqu'aucune infiltration d'eau n'est constatée durant cette expérimentation, il ne faut pas en déduire que la membrane d'étanchéité est exempte de défaut. Par conséquent, cette méthode

de repérage n'a de sens que dans le cas d'une toiture non isolée thermiquement ou d'une toiture inversée.

D'autres techniques permettent également de repérer les fuites, notamment l'**insufflation de fumée ou de gaz** et le **procédé de courant à impulsion inductif** (qui recourt à la conductivité électrique de l'eau pour localiser les zones humides) (1). Il convient toutefois de souligner que ces techniques sont parfois difficiles à interpréter et qu'elles connaissent des limites. Ainsi, insuffler de la fumée ou du gaz sous la membrane n'a que peu de sens s'il s'agit d'une membrane d'étanchéité posée en adhérence totale.

Si les nombreux paramètres d'influence sont correctement interprétés, un **examen thermographique** permet de distinguer les zones où l'isolation est sèche de celles où elle est humide. Ce type d'examen ne permet cependant

pas de déterminer l'origine des infiltrations.

Enfin, il mérite d'être signalé qu'il existe des techniques récentes dotées d'un dispositif de détection des fuites intégré préventivement dans le complexe toiture. En termes d'innovations, celles-ci ont encore d'intéressantes possibilités à offrir.

### Qu'en est-il de l'humidité emprisonnée ?

Les infiltrations entraînent la présence d'humidité dans le complexe toiture. Si une quantité importante d'humidité est présente dans le matériau isolant, elle peut avoir un impact négatif sur la valeur d'isolation thermique ainsi que sur la durabilité du matériau, surtout lorsque des matériaux sensibles à l'humidité, tels que le bois, se trouvent entre l'étanchéité et le pare-vapeur. Il n'existe toutefois aucune règle permettant de déterminer à partir de quand cette quantité d'humidité emprisonnée est excessive.

Une isolation saturée en humidité ou détériorée doit toujours être remplacée. En cas de faible quantité d'humidité (2), l'impact de celle-ci sur la valeur d'isolation thermique reste généralement limité. L'impact d'une humidification intermédiaire, souvent localisée, est cependant plus difficile à déterminer.

Lorsque le matériau isolant peut sécher, il retrouve généralement son pouvoir isolant. Il est toutefois très difficile d'estimer la durée du séchage. Celle-ci dépend de nombreux facteurs et hypothèses tels que les conditions climatiques, le degré d'ensoleillement, la quantité d'humidité emprisonnée et son étendue dans le complexe toiture (voir figure 2).

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

(1) Pour une liste non exhaustive des firmes effectuant de tels essais, veuillez consulter la base de données des produits de construction [TechCom](#) sur le site Internet du CSTC.

(2) Le tableau A3 issu de l'annexe 3 de la [NIT 215](#), concernant les critères d'évaluation de la condensation interne, fixe à 200 g/m<sup>2</sup> la quantité maximale de condensation répartie uniformément sur la totalité de la surface de la toiture.

Depuis quelque temps, la division Avis techniques du CSTC est régulièrement contactée au sujet de dégâts constatés sur des panneaux en contreplaqué appliqués en toiture (décollement des rives d'une toiture plate, développement de moisissures sur la partie inférieure d'un auvent, dégradation du support d'un chéneau...). Les dégâts de ce type sont souvent imputables à un matériau mal choisi ou à un panneau dont les performances diffèrent de celles annoncées par le fabricant ou le distributeur en corrélation avec l'humidification attendue.

# Dégradation du contreplaqué appliqué en toiture

La **classe de collage** du contreplaqué utilisé est déterminée, dans un premier temps, par l'humidification attendue, autrement dit par la classe de service (voir [Les Dossiers du CSTC 2015/2.20](#)). Les diverses classes de service sont définies dans la norme NBN EN 1995-1-1.

Bien que l'article précité parte de l'hypothèse que le support d'une toiture plate chaude relève de la classe de service 1 (applications dans un milieu intérieur sec), il est impossible de garantir que les panneaux resteront secs durant la mise en œuvre. Par conséquent, il est préférable de considérer que la classe de service pour ce type d'applications est la classe 2.

Etant donné qu'un risque d'humidification sporadique n'est pas à exclure, le panneau utilisé afin d'obtenir la coulisse doit également au moins appartenir à la classe de service 2 (voir [NIT 244](#)).

Outre la qualité de collage, l'**espèce de bois** des placages qui constituent le contreplaqué a également un impact sur la résistance du panneau.

## Résistance du collage

Le décollement des couches de placage d'un panneau en contreplaqué peut être imputable à plusieurs facteurs dont les plus importants sont :

- le choix d'une colle non adaptée au type d'exposition attendu

- la température ainsi que la durée de pression et d'attente lors de la fabrication du panneau
- des variations d'épaisseur au sein d'une couche de placage
- la quantité de colle appliquée
- le taux d'humidité du placage lors de la fabrication
- la qualité de la colle utilisée.

La norme NBN EN 636 actuelle distingue trois classes de qualité de collage. Un essai réalisé conformément à la norme NBN EN 314-1 permet de répartir les panneaux en contreplaqué en fonction de leur résistance à l'humidification (voir tableau à la page suivante).

En Belgique, la classification selon les anciennes STS 04.6, elles-mêmes basées sur une norme britannique, est encore bien souvent utilisée. Ces STS définissent les quatre qualités de collage suivantes (dans l'ordre décroissant) :

- type WBP (*Weather and Boil Proof*)
- type CBR (*Cyclic Boil Resistant*)
- type MR (*Moisture Resistant and moderately weather resistant*)
- type INT (*Interior*).

Etant donné que cette classification est encore fréquemment utilisée dans la pratique, elle est également reprise dans le tableau à la page suivante. Toutefois, il est à noter qu'il n'y a, à proprement parler, aucune correspondance entre l'ancienne classification et celle figurant dans la norme européenne actuelle.

## Durabilité du placage extérieur et intérieur

Afin de contrer une attaque biologique du contreplaqué, il est essentiel que le bois présente une résistance suffisante aux champignons lignivores, aux insectes et au bleuissement. Cette résistance est déterminée, d'une part, par la durabilité naturelle de l'espèce de bois et, d'autre part, par le traitement de prévention éventuellement appliqué.

Il est important de souligner que la préservation de l'élément en bois ne peut pas être garantie par son parachèvement (vernīs, lasure...), étant donné que ces deux traitements (préservation et finition) visent des objectifs différents (voir [NIT 243](#)).

La nécessité de protéger un élément en bois dépend principalement de la classe d'emploi et de la durabilité naturelle du bois utilisé (voir également le chapitre 6 de la [NIT 243](#)). Pour les panneaux composés d'espèces de bois présentant une durabilité naturelle élevée et exposés aux intempéries, un traitement de finition est également recommandé.

L'obturation de la coulisse dans une rive de toiture (classe d'emploi 2, voir [NIT 243](#)) doit se faire en utilisant des panneaux en contreplaqué fabriqués à partir d'espèces de bois répondant aux classes de durabilité naturelle I, II et III sans traitement préventif du bois. Un traitement de préservation est recommandé pour les espèces de



bois relevant des classes de durabilité IV et V. Ce traitement n'est toutefois quasi jamais appliqué dans la pratique. Par prudence, l'utilisation de panneaux en contreplaqué répondant aux classes de durabilité IV ou V devrait, par conséquent, être limitée à une classe d'emploi 1.

Il convient, par ailleurs, d'être bien conscient du fait que l'apparition de moisissures sur une surface en bois sans finition est toujours possible, quelle que soit la classe de durabilité du placage extérieur. Ces moisissures peuvent être évitées par l'application d'un revêtement de surface à base de

fongicides. En effet, une durabilité naturelle élevée ou l'éventuelle mise en œuvre d'un traitement de préservation ne garantissent en aucun cas que les moisissures superficielles n'apparaîtront pas.

### Conclusion

Afin de garantir le maintien des performances du contreplaqué durant toute la durée de vie prévue et éviter ainsi toute dégradation prématurée, il est indispensable d'opter pour une espèce de bois suffisamment durable et une classe de collage adaptée à l'hu-

midification attendue (classe d'emploi). Pour les applications soumises aux intempéries, une finition est également recommandée. **I**

*F. Caluwaerts, ing., conseiller principal senior, division Avis techniques, CSTC*

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

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

#### Classification des panneaux en contreplaqué en fonction de leur résistance à l'humidification

Classe de service (NBN EN 1995-1-1)	Conditions climatiques	Qualité de collage minimale nécessaire	Classe d'emploi contre une attaque biologique	Durabilité nécessaire pour le bois utilisé	Exemples d'application	Exemples de types de contreplaqués adéquats
1	Taux d'humidité des matériaux correspondant à une température de 20 °C et à une humidité relative de l'air supérieure à 65 % quelques semaines par an seulement	Classe 1 selon la NBN EN 314-1 ou INT (24-IS selon les STS 04.6)	Classe 1 suivant la NBN EN 335	Classes de durabilité I à V, sans traitement de préservation	Revêtement intérieur (plafond)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contreplaqué okoumé, même avec un collage WBP ou une classe de collage 3</li> <li>• Contreplaqué sapelli avec une classe de collage 1</li> </ul>
2	Taux d'humidité des matériaux correspondant à une température de 20 °C et à une humidité relative de l'air supérieure à 85 % quelques semaines par an seulement	Classe 2 selon la NBN EN 314-1 ou CBR ou MR (respectivement 2 x 4-100 ou 03-67 selon les STS 04.6)	Classes 1 et 2 selon la NBN EN 335	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Classes de durabilité I à III, sans traitement de préservation</li> <li>• Classes de durabilité IV et V, traitement de préservation C1 recommandé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Support pour une toiture plate, un auvent ou un chéneau</li> <li>• Obturation de la coulisse dans une rive de toiture munie d'une étanchéité</li> <li>• Habillage des dépassants de toiture</li> </ul>	Contreplaqué lauan avec une classe de collage 2, pour autant que la densité du bois utilisé soit d'au moins 670 kg/m <sup>3</sup> pour 12-17 %
3	Conditions climatiques entraînant des taux d'humidité supérieurs à la classe 2	Classe 3 selon la NBN EN 314-1 ou WBP (72-100 selon les STS 04.6)	Classes 2, 3, (4 et 5) selon la NBN EN 335	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Classes de durabilité I et II, sans traitement de préservation</li> <li>• Classe de durabilité III, traitement de préservation C1 recommandé</li> <li>• Classes de durabilité IV et V, traitement de préservation C1 nécessaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revêtement de façade</li> <li>• Support de toiture non protégé d'un auvent</li> </ul>	Contreplaqué acajou avec un collage WBP ou une classe de collage 3

La norme NBN B 03-004 'Garde-corps de bâtiments', parue en 2010 pour remplacer les STS 54 'Garde-corps', a fait l'objet de nombreuses remarques de la part des professionnels depuis sa publication. En cause ? Certaines imprécisions et lacunes rendant son application pratique parfois difficile. Une révision de la norme était donc impérative. Celle-ci a été finalisée et la publication de la nouvelle NBN B 03-004 devrait avoir lieu au cours du premier trimestre 2017. Le présent article explicite quelques modifications importantes apportées par cette nouvelle version et illustre son application dans le cas particulier des menuiseries extérieures.

# Révision de la norme dédiée aux garde-corps

## 1 Quelles sont les nouveautés ?

Parmi les modifications introduites dans la norme, citons notamment : la géométrie, le dimensionnement par calcul et par essais, la mise en œuvre et le cas particulier des garde-corps en verre.

### 1.1 Ecartement des éléments non verticaux

Afin d'empêcher qu'une personne escade le garde-corps via les éléments

non verticaux (lisses ou barres horizontales...) situés entre 110 et 450 mm de hauteur, l'écartement de ces derniers (qui n'était pas précisé dans la version de 2010) doit être inférieur à 20 mm. Celui-ci pourra être vérifié à l'aide d'un gabarit cubique de 20 mm de côté.

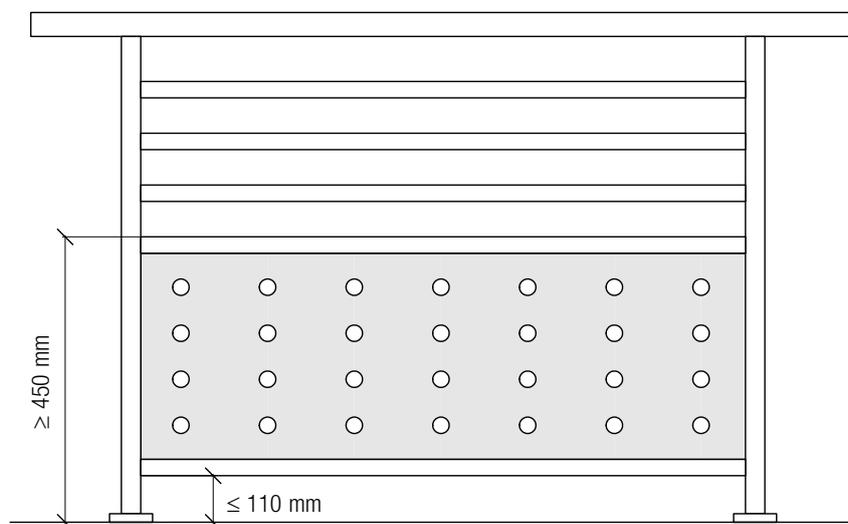
### 1.2 Charges et déformations à considérer pour dimensionner les garde-corps

Les actions et combinaisons d'actions à utiliser pour déterminer la sécurité et

l'aptitude au service d'un garde-corps ont été adaptées pour correspondre davantage à la réalité. Certaines charges ont ainsi été supprimées, modifiées ou ajoutées pour aider le concepteur à réaliser son dimensionnement. Il s'agit, par exemple :

- de la **suppression de la charge verticale répartie sur la main courante**. Seule la charge verticale ponctuelle est à considérer, c'est-à-dire la charge engendrée par une personne qui se tiendrait debout ou assise sur un élément horizontal du garde-corps. Cette charge ne s'applique cependant pas aux garde-corps entièrement en verre, sauf s'ils sont pourvus d'une lisse décentrée fixée sur le verre
- de la **diminution de la charge horizontale ponctuelle**, appliquée à un niveau de 1.000 mm ou sur la main courante; cette charge passe de 1 à 0,5 kN pour les bâtiments résidentiels
- de l'**ajout de classes d'exposition au vent**. Celles-ci ont été proposées afin d'aider le concepteur à définir un niveau de charges de vent. Ces charges sont combinées uniquement avec la charge horizontale linéaire. Par ailleurs, cette dernière n'est plus appliquée sur la main courante, mais à un niveau de 1.000 mm.

Les critères de calcul et d'essai ont été assouplis dans la majorité des cas. Dans le cas de garde-corps à potelets, par exemple, la déformation maximale du potelet sous charge à l'état limite de



1 | La zone comprise entre 110 et 450 mm est soumise à des règles strictes de sécurité.



## L'écartement des éléments non verticaux situés entre 110 et 450 mm de hauteur a été limité à 20 mm maximum.

service – mesurée au cours d'un essai à une hauteur de 1.000 mm – doit être inférieure à 25 mm (au lieu de 20 mm au niveau de la main courante dans l'ancienne version de la norme). De même, la déformation des garde-corps en verre est également limitée à 25 mm.

### 1.3 Cas particulier des garde-corps en verre

Dans le cas de compositions feuilletées dont tous les composants sont trempés thermiquement, il n'y a plus d'obligation de prévoir une lisse pour protéger les bords du verre contre les chocs et maintenir le vitrage en place en cas de bris de toutes les feuilles de verre. Il faut cependant démontrer que

le garde-corps ne s'effondrera pas après rupture de toutes les feuilles de verre sous l'application d'une charge horizontale de 100 N (pendant 10 secondes à mi-portée et à 1 m de hauteur).

### 2 Mise en œuvre d'un garde-corps dans une menuiserie extérieure

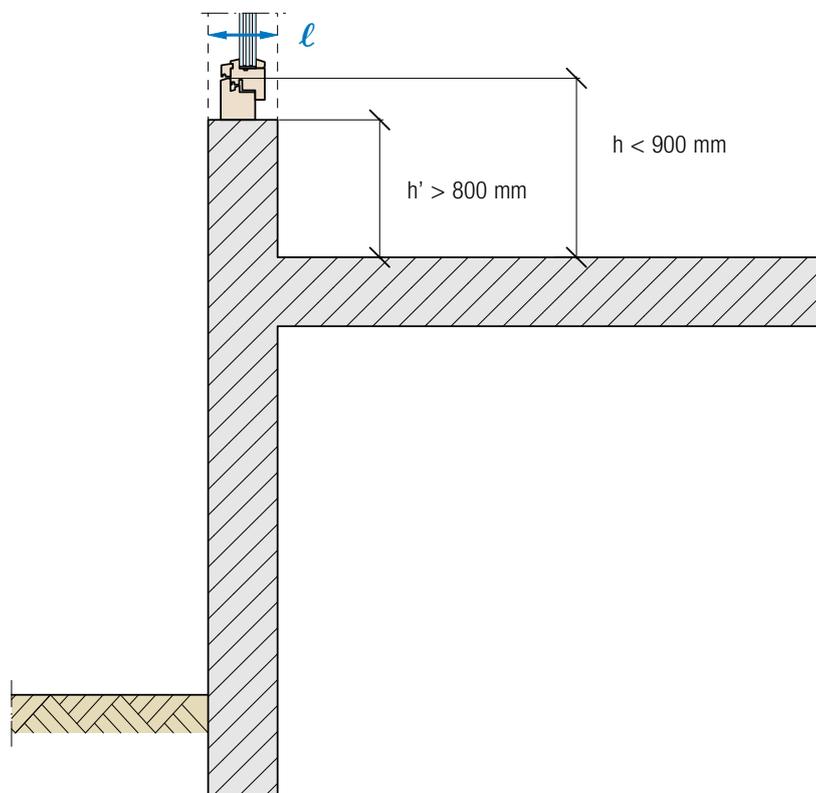
Afin d'éviter toute chute de personnes, les menuiseries extérieures aux étages doivent parfois être équipées d'un garde-corps, qu'il s'agisse de menuiseries fixes ou ouvrantes.

Les exigences relatives visant à prévenir les lésions corporelles sont décrites dans la norme belge NBN B 25-002-1

'Menuiserie extérieure'. Cette norme permet de déterminer la classe de résistance au choc à laquelle la menuiserie doit satisfaire en fonction de la situation. La hauteur de protection  $H$  est généralement comprise entre 900 et 1.200 mm (sauf si le cahier spécial des charges indique une hauteur supérieure). Selon la norme, cette hauteur de protection peut être réduite jusqu'à 800 mm, à condition que  $h + 0,5 \times \ell$  soit au moins égal à 1.000 mm (' $h$ ' correspondant à la distance entre le sol fini et le niveau le plus élevé du cadre dormant, et ' $\ell$ ' à l'épaisseur de la façade, mesurée à une hauteur ' $h$ ' comprise entre 800 mm et  $h$ ; voir figure 2). Concernant le vitrage, il convient d'appliquer les prescriptions de la norme NBN S 23-002.

Lorsque la menuiserie est constituée dans sa partie inférieure d'un élément fixe (allège vitrée), la hauteur de ce dernier doit être d'au moins 900 mm, et le vitrage doit être feuilleté et de type 1B1.

Lorsque l'allège ne satisfait pas aux hauteurs minimales précitées, la norme NBN B 25-002-1 impose un garde-corps supplémentaire conforme à la norme NBN B 03-004. Pour les garde-corps minces, la hauteur de protection doit alors être de 1.100 mm (ou 1.200 mm lorsque la hauteur de chute est d'au moins 12 m).



2 | Lorsque  $h + 0,5 \times \ell$  est au moins égal à 1.000 mm, la hauteur de protection peut être réduite jusqu'à 800 mm.

V. Detremmerie, ir., chef du laboratoire  
Éléments de façades et de toitures, CSTC  
J. Wijnants, ing., chef de la division  
Avis techniques, CSTC



# PLEINS FEUX

## La NIT 244 désormais uniquement en version web

Afin de vous tenir informés des évolutions récentes dans le domaine des **ouvrages de raccord des toitures plates**, le CT Etanchéité a décidé que seule la version web de la NIT 244 serait désormais disponible. La version papier n'est plus diffusée et le PDF a été retiré du site Internet du CSTC.

La version web, également appelée **e-NIT**, offre de nombreux avantages :

- consultation aisée sur PC, tablette et smartphone
- possibilité de consulter d'un simple clic des chapitres intéressants, des détails additionnels et d'autres publications du CSTC
- mise à disposition d'informations complémentaires propres à des types d'étanchéité spécifiques, tels que les membranes bitumineuses ou synthétiques et les étanchéités liquides
- possibilité de consulter l'historique des modifications.

La e-NIT 244 proposera donc toujours les dernières informations concernant les détails de raccord pour les toitures plates.

## Antennes Normes : normalisation et réglementation

Il existe douze Antennes Normes sur le site du CSTC. Celles-ci abordent divers domaines du secteur de la construction et ont pour objectif de vous aider dans le dédale de la normalisation et de la réglementation. Rendez-vous sur **www.normes.be** et découvrez comment ces outils peuvent faciliter votre activité professionnelle. En outre, l'information disponible a récemment été mise à jour afin de mieux pouvoir vous informer.





Plus d'infos

NIT 196 et 200

## Faut-il raccorder les avaloirs de balcons et de loggias à l'installation d'évacuation des eaux usées ou à l'installation d'évacuation des eaux pluviales ?

Il convient de faire une distinction selon le type d'espace extérieur. L'**évacuation d'une loggia couverte** est toujours raccordée au système d'évacuation des eaux usées. Il est conseillé d'en faire de même pour les balcons si ces derniers sont protégés de la pluie sur au moins 50 % de leur surface. L'**évacuation d'un balcon non couvert** est en revanche à raccorder à l'installation d'évacuation des eaux pluviales, et ce en aval de la citerne d'eau de pluie; le concepteur peut toutefois exiger un raccord au système d'évacuation des eaux usées en raison des activités qui ont lieu au niveau de cet espace extérieur.

## Dans une gaine technique contenant des conduits de fumée concentriques pour des chaudières fermées de type C3\* et C4\*, peut-on prévoir d'autres conduits (distribution de gaz, amenée ou évacuation d'eau, câbles électriques, ...) ?

Non. Dans tous les cas (conduit métallique ou synthétique, conduit concentrique ou pas), une séparation de type EI 30 est requise entre les conduits d'évacuation et les autres conduits. Quant à la gaine technique même, celle-ci doit être de type EI 60 (pour les bâtiments bas et moyens) ou EI 120 (pour les bâtiments hauts).

En cas de traversées de parois résistant au feu par des conduits de fumée, d'autres dispositions doivent par ailleurs être prévues (voir § 7.3 de la NIT 254).

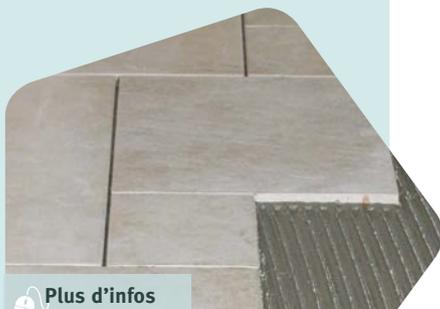


Plus d'infos

NBN B 61-002:2006/AC : 2016,  
NIT 254 (§ 7.3)

## Peut-on exiger une planéité parfaite pour un revêtement de sol en carreaux céramiques ?

Non. Il faut tenir compte à la fois des tolérances de pose (la mise en œuvre d'un carrelage reste encore et toujours un travail manuel) et des écarts dimensionnels réels du carreau. On notera que les tolérances dimensionnelles des carreaux mentionnées dans la norme européenne NBN EN 14411 sont relativement larges (*a fortiori* s'il s'agit de dalles de grand format). Il est donc conseillé d'utiliser des carreaux répondant à des exigences dimensionnelles plus strictes que celles tolérées par la norme.



Plus d'infos

Infofiche 19, NIT 237 (§ 7.1.3),  
Les Dossiers du CSTC 2012/4.11

Cet article traite de très fines fissures souvent peu visibles à l'œil nu, localisées au niveau des joints de mortier et trouvant leur origine dans le retrait inévitable du mortier. Leur présence a essentiellement un impact au niveau de l'esthétique finale du dallage. Même si ce retrait est inévitable pour les compositions à base de ciment, certaines recommandations peuvent être formulées afin de limiter l'ampleur du phénomène.

# La microfissuration de retrait des mortiers de jointoiment

## 1 Caractéristiques des microfissures de retrait

Le terme microfissure désigne une très fine fissure à peine perceptible à l'œil nu, mais pouvant devenir plus visible en présence d'humidité résiduelle. Les microfissures de retrait se développent perpendiculairement au sens du joint et sont distantes de quelques centimètres (voir figures 1 et 2).

Elles ne doivent pas être confondues avec les fissures produites par des sollicitations mécaniques, telles que les mouvements du support ou encore les dilatations hygrothermiques, qui sont des phénomènes extrêmement fréquents donnant lieu le plus souvent à des fissurations bien visibles, plus larges et se propageant sur plusieurs éléments (voir figure 3) (\*).

## 2 Le phénomène de retrait

Les produits de jointoiment, qu'il s'agisse de mortiers prêts à l'emploi ou dosés *in situ* (pose traditionnelle) se composent généralement de ciment, de sable et d'eau, et ont pour fonction de colmater les espaces compris entre les carreaux.

Tout produit à base de ciment est susceptible de subir un certain taux de retrait. Ce phénomène débute dès le gâchage du produit et peut se poursuivre durant des mois, voire des années après la mise en œuvre. Deux phases importantes sont à distinguer :

- le **retrait en phase plastique**, qui se produit dans les heures suivant la mise en œuvre et qui est engendré par l'évaporation d'une partie de l'eau de gâchage

- le **retrait hydraulique**, qui se manifeste plus tard et qui est dû à l'évaporation de la fraction d'eau non utilisée par le ciment pour son hydratation.

Dans le cas des mortiers de jointoiment, le retrait en phase plastique est important, car les joints sont de faible épaisseur et donc particulièrement sensibles à un séchage rapide, surtout en conditions estivales (en raison du soleil et du vent).

Si nous considérons, à titre d'exemple, un revêtement constitué d'un dallage standard de 40 cm de côté et, sachant que le retrait libre du mortier de joint est au maximum de 2 mm/m (valeur requise par la norme NBN EN 13888 pour les mortiers à base de ciment), nous pouvons estimer le retrait total du joint dans des conditions de libre défor-



1 et 2 | Microfissures de retrait des joints d'un dallage et d'une maçonnerie



3 | Fissures générées par des dilatations hygrothermiques et/ou des mouvements du support

(\*) Les fissurations dues à des sollicitations mécaniques ont déjà fait l'objet de plusieurs publications du CSTC (voir notamment [Les Dossiers du CSTC 2013/2.10](#)).



Composition généralement utilisée pour les joints en fonction de leur largeur

Largeur [mm]	Composition	Application
$l < 1,5$	Coulis de ciment pur	Intérieure
$1,5 \leq l < 2$	3 volumes de ciment pour 1 volume de sable fin (0-1 mm, p. ex.)	Surtout intérieure
$2 \leq l < 5$	1 volume de ciment pour 1 volume de sable fin (0-1 mm, p. ex.)	
$5 \leq l < 7$	1 volume de ciment pour 2 volumes de sable moyen (0-2 mm, p. ex.)	Surtout extérieure
$7 \leq l < 12$	1 volume de ciment pour 3 volumes de sable moyen (0-2 mm, p. ex.)	

mation à 0,8 mm (0,4 m x 2 mm/m). En considérant que la distance moyenne entre ces microfissures est comprise entre 2 et 5 cm si les tensions sont bien réparties, on peut en déduire que l'épaisseur moyenne de ces fissures varie de 0,04 à 0,1 mm.

### 3 Facteurs pouvant influencer le retrait

#### 3.1 Les types de joints

Le choix et la largeur des joints dépendront avant tout des tolérances dimensionnelles des dalles ou des carreaux et de la mise en œuvre de ceux-ci. C'est d'ailleurs pour cette raison que la largeur nominale des joints ne sera jamais inférieure au double de la tolérance dimensionnelle des dalles ou des carreaux. Il y a lieu d'éviter des joints minces à l'extérieur. Ceux-ci ne devraient pas être inférieurs à 5 mm.

#### 3.2 La composition

La composition des joints de finition pour des mortiers traditionnels résultera de leur largeur et sera généralement conforme au tableau ci-dessus.

Signalons également que la norme de produit NBN EN 13888 fixe les caractéristiques et performances des produits de jointoiement fabriqués en usine à base de ciment (CG1) ou à base

de résine (RG) (voir [Les Dossiers du CSTC 2008/3.7](#)).

#### 3.3 La mise en œuvre

La mise en œuvre dépendra également de la composition du mortier, et donc de la largeur des joints choisie. Plus les joints seront fins, plus le remplissage sera difficile. Le coulis de ciment sera particulièrement liquide pour être raclé.

Le sable sera de préférence un sable blanc ou un sable du Rhin. Il est conseillé d'ajouter un adjuvant, qui permettra de diminuer la quantité d'eau tout en gardant l'ouvrabilité du mélange. En effet, la quantité d'eau évaporable en phase plastique dépendra principalement de la teneur en eau du mélange frais. Une composition très fluide pour joints coulés sera, à ce titre, plus sensible au retrait qu'un mélange quasiment sec destiné à être brossé, taloché et compacté entre les dalles. On préférera un remplissage à la taloche ou à l'éponge pour les petites surfaces notamment.

### 4 Conclusion et recommandations

Même si le retrait est quasi inévitable pour des compositions à base de ciment, certaines recommandations peuvent être formulées afin de limiter l'ampleur du phénomène :

- adapter la composition sable/ciment

en fonction de la largeur du joint (voir tableau), celle-ci devant être en adéquation avec la tolérance dimensionnelle des carreaux ou des dalles

- limiter la quantité d'eau de gâchage en utilisant des adjuvants, s'il s'agit d'un mélange fait par l'entrepreneur
- respecter les consignes et exigences de la fiche technique du fabricant s'il s'agit d'un mélange prêt à l'emploi
- éviter les compositions très fluides destinées à être coulées, sauf s'il s'agit de joints très minces et/ou de produits fabriqués pour lesquels le fabricant garantit un retrait limité inférieur à 2 mm/m (voir la fiche technique)
- éviter un séchage trop rapide, surtout en mauvaises conditions hygrométriques (en période venteuse et chaude pour les terrasses ou derrière une baie vitrée), en humidifiant régulièrement le jointoyage au cours des quelques heures qui suivent la réalisation ou en recouvrant la surface d'une protection. Ceci n'est pas recommandé pour les pierres sensibles au tacheage. De plus, ce recouvrement peut également engendrer la formation d'efflorescences de chaux blanches particulièrement inesthétiques sur des joints de couleur foncée.

Enfin, il convient de rappeler qu'un entretien régulier et approprié des terrasses extérieures (pas de nettoyage à haute pression) permettra d'éviter la formation de mousse dans les fissures et microfissures. |

**Tout produit à base de ciment est susceptible de subir un certain taux de retrait.**

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



Un découpage soigné est la carte de visite de tout carreleur. D'après certains carreleurs et fabricants d'outils de découpage, il semblerait toutefois que le découpage ou le sciage de carreaux céramiques de la génération actuelle ne soit pas toujours aisé. Cet article formule quelques recommandations relatives à la mise en pratique de diverses techniques de coupe.

# Techniques de découpage des carreaux céramiques

Les carreaux céramiques peuvent être découpés, sciés et forés en pratiquant divers types de coupes ou d'évidements (coupe droite ou biseautée, évidements arrondis, droits ou en forme de U...). Chacune de ces manipulations nécessite l'utilisation de l'outil et des accessoires appropriés (carrelette manuelle, disqureuse, foreuse, coupe-carreaux à disque...). Des moyens de protection personnels doivent en outre être prévus, afin de garantir la sécurité de l'utilisateur.

En raison de leur faible absorption d'eau, les carreaux céramiques de la génération actuelle sont souvent comparés au verre. Il va donc de soi que les techniques de coupe utilisées pour ce type de carreaux s'apparentent fortement à celles employées pour le verre.

Depuis quelque temps, la division Avis techniques du CSTC est de plus en plus souvent contactée au sujet de dégâts engendrés lors de la coupe et du sciage de carreaux. Ainsi, il est fréquemment

fait mention de carreaux se brisant de façon irrégulière lors du fendage au moyen du coupe-carreaux ou se fissurant durant la réalisation de réservations (voir figure 1).

Etant donné qu'il n'existe pas encore d'essais normalisés visant à tester la résistance à la coupe ou au sciage des carreaux, il est conseillé de tenir compte des recommandations suivantes.

## Découpage des carreaux

Les carreaux céramiques peuvent être découpés à l'aide d'un outil manuel, tel qu'un **coupe-carreaux**. La pièce la plus importante de cet outil est la molette de coupe. Il en existe divers modèles sur le marché, les plus répandus étant constitués de carbure de tungstène (ou 'widia'). Il s'agit d'un matériau très dur particulièrement adapté au découpage. Un revêtement additionnel en titane, par exemple, améliore la résistance à l'usure du disque et en prolonge la

durée d'utilisation. Ces molettes doivent être remplacées régulièrement.

Les coupe-carreaux sont pourvus d'un ou deux guides. L'avantage des modèles à deux guides est de rendre la ligne de coupe visible. Les coupe-carreaux munis d'un seul guide offrent par contre une grande rigidité flexionnelle. Plus la flexion des guides est limitée durant la coupe, moins il y a de risques de dégâts durant le fendage des carreaux.

Au moment d'entailler la couche supérieure (émaillée ou non) à l'aide du coupe-carreaux, il convient de veiller à ce que celle-ci soit correctement entaillée à chacune de ses extrémités. Cette entaille doit être effectuée d'un seul mouvement, lentement, mais à une vitesse constante, et en exerçant une pression régulière. Cette opération a pour but de fragiliser la couche supérieure très solide et de créer une amorce de rupture. Le carreau est ensuite fendu au droit de cette ligne à l'aide d'un mécanisme intégré au coupe-carreaux ou d'une tenaille. Une autre méthode consiste à placer une petite cale sous la ligne de rupture et à exercer ensuite une légère pression de part et d'autre de cette ligne.

Il convient de souligner que la coupe biseautée ou diagonale exige une plus grande longueur de découpage.

Pour les carreaux de grandes dimensions – souvent beaucoup plus fins –, il existe des coupe-carreaux spécifiques. Ceux-ci sont pourvus de règles de découpage amovibles pouvant être assemblées en fonction de la longueur de découpage nécessaire.

1 | Exemple de carreaux céramiques se cassant de façon irrégulière





2 | Réalisation d'une réservation rectangulaire en forant des trous dans les angles et en les reliant ensuite au moyen d'une disqueuse

### Sciage des carreaux

Le sciage des carreaux peut être effectué au moyen d'un **coupe-carreaux électrique**. Celui-ci peut être monté sur un support fixe ou être portable. La pièce la plus importante de ce type de machine est le disque. Son choix doit être effectué notamment en fonction de la nature et des dimensions du carreau à scier, du mode de sciage (par voie sèche ou humide) et du régime nécessaire.

Les disques diamantés sont les plus courants. Il s'agit de disques métalliques dont la périphérie est partiellement constituée de diamant (généralement synthétique). Il convient de distinguer les disques pleins des disques à dents. Les disques à lame pleine garantissent une coupe plus nette, tandis que les disques à dents assurent une plus longue durée d'utilisation. Les dents de la lame permettent également de refroidir le disque et d'évacuer plus rapidement les poussières dues au sciage. Lorsque l'on constate, après un certain temps, que le sciage des carreaux devient plus difficile et que la lame produit de plus en plus d'étincelles, elle doit alors être nettoyée. En faisant passer plusieurs fois la lame sur un bloc aiguiser en matériau silico-calcaire, les particules de diamant réapparaissent à la surface.

Pour les matériaux durs – et donc pour la plupart des carreaux céramiques –, on recommande de scier par voie humide. L'eau permet non seulement de refroidir la lame et le carreau, mais également d'évacuer les poussières. Il convient toutefois de veiller à ce que le disque

soit prévu pour ce mode de coupe. Les carreaux sciés doivent être séchés avant leur pose.

La pression exercée sur le disque a également un impact sur le résultat final; le sciage doit donc être effectué de façon lente, mais régulière.

Etant donné que des forces supplémentaires s'exercent sur la lame en cas de sciage biseauté (pour les angles rentrants, par exemple), il est recommandé d'utiliser une lame plus épaisse.

### Forage des carreaux

Afin d'éviter que les carreaux ne se fissurent ou se brisent lors de la réalisation de **réservations et de trous circulaires**, il est recommandé de procéder à des forages spéciaux tels que le forage au diamant ou le carottage.

Le carreleur doit veiller à ne pas exercer une pression trop importante durant le forage. En effet, un forage est correctement réalisé s'il est effectué à faible régime et avec une pression moyenne. Il est également conseillé de forer en effectuant de grands mouvements circulaires et en maintenant la tête de la foreuse dans le trou.

Pour les carreaux céramiques, le forage peut se faire à sec ou à l'eau. Il existe sur le marché des têtes de forage pour les deux méthodes. Le forage par voie humide présente l'avantage de refroidir la tête de forage. Certains kits de forage peuvent en outre être montés sur les disqueuses.

### Réalisation des réservations

La technique la plus courante pour réaliser des **réservations carrées (ou rectangulaires)** consiste à scier le carreau en ligne droite, à retourner le carreau et à prolonger les traits de coupe jusqu'à ce qu'ils se rejoignent. Toutefois, cette technique engendre une concentration de contraintes au droit des angles de réservation. Lorsque le carreau est le siège de tensions internes importantes, ces contraintes peuvent entraîner sa fissuration durant le sciage, voire durant l'application de la colle et la pose du carreau. Afin de limiter ce phénomène, il est recommandé de forer les angles au préalable et de les relier ensuite avec une disqueuse (voir figure 2). Plus le diamètre de forage est important, plus les contraintes dans les angles diminueront.

### Conclusion

Certains carreaux actuels semblent être le siège de tensions internes élevées pouvant occasionner des risques importants de casse irrégulière. Puisqu'il est impossible de vérifier la présence de ces tensions avant d'avoir démarré la découpe, les carreleurs peuvent être confrontés à des situations engendrant un surcoût considérable. Nous invitons dès lors les fabricants et les fournisseurs à spécifier clairement la technique à privilégier. |

*T. Vangheel, ir., chef adjoint du laboratoire  
Matériaux de gros œuvre et  
de parachèvement, CSTC*





En raison des nombreuses évolutions qu'ont connues la normalisation et la fabrication des revêtements de sol au cours des dernières années, la révision de la NIT 165 consacrée aux revêtements de sol souples, parue en 1986, s'imposait. Cette révision a été scindée en deux parties : la première, dédiée aux revêtements de sol résilients (lino, PVC...), a fait l'objet de la NIT 241, publiée en 2011, tandis que la seconde, portant sur les revêtements de sol textiles, sera publiée prochainement. Un point important de cette future NIT est abordé dans cet article.

## Revêtements de sol textiles : importance du travail préalable à la pose

L'obligation du marquage CE pour les revêtements de sol résilients, textiles et stratifiés, introduite en 2007 par la norme européenne harmonisée NBN EN 14041 (\*), ainsi que la mise en place du Règlement Produits de Construction (RPC) et des exigences fondamentales qui y sont liées, ont fait croître le nombre d'exigences imposées aux revêtements de sol. Ainsi, il est désormais obligatoire de déclarer les performances de réaction au feu, la résistance au glissement (classe technique DS, relative à la stabilité dimensionnelle) et les teneurs et émissions en substances dangereuses. Les exigences imposées aux revêtements de sol textiles seront largement abordées au chapitre 4 de la future NIT.

La pose en elle-même sera étudiée en détail au chapitre 7. Il y sera notamment question du travail préalable à la pose, essentiel pour obtenir le résultat escompté. Certaines étapes sont en effet à respecter avant la pose proprement dite :

- **dépose de l'ancien revêtement de sol et élimination des traces de colle.** Cependant, si la couche de colle existante est maintenue, il convient

- d'utiliser un primaire adéquat
- **élimination des souillures, des résidus de laitance de ciment, des pellicules de liant ou de produit de cure** (travail similaire à celui effectué pour les revêtements de sol résilients)
- **ragréages locaux à l'aide d'un mortier de réparation adéquat** (travail similaire à celui effectué pour les revêtements de sol résilients)
- **traitement des fissures apparentes**

**dans la chape.** Comme pour les revêtements de sol résilients, le traitement à appliquer dépendra de l'ouverture de la fissure ( $< 0,3$  mm ou  $\geq 0,3$  mm) et du type de chape concerné

- **traitement des joints.** Les joints de reprise et les joints qui ne traversent pas l'entièreté de la chape doivent être traités de la même façon que les fissures apparentes. En ce qui

La préparation du support constitue une phase incontournable avant la pose du revêtement de sol.



1 | Mise en place du *coating* pare-vapeur

(\*) La norme NBN EN 14041 est actuellement en cours de révision. Sa date de publication est annoncée pour mi-2017.



**A** | Teneurs en humidité admissible de la chape (déterminée par la méthode de la bombe à carbure en % de la masse) pour la pose des revêtements de sol textiles

Type de dossier	Type de chape		Teneur en humidité admissible
Perméable à la vapeur d'eau	A base de ciment		3 CM-%
	A base d'anhydrite		1 CM-%
Étanche à la vapeur d'eau	A base de ciment	Avec chauffage par le sol	1,8 CM-%
		Sans chauffage par le sol	2 CM-%
	A base d'anhydrite	Avec chauffage par le sol	0,3 CM-%
		Sans chauffage par le sol	0,5 CM-%

concerne les joints de structure et les joints de fractionnement, qui traversent la chape sur toute sa hauteur, la future NIT propose différentes solutions tenant compte de la hauteur du velours

- **mise en place d'un primaire** après avoir veillé à ce que la chape soit suffisamment sèche pour la pose du revêtement de sol (voir tableau A). Si les exigences en matière de teneur en humidité de la chape ne sont pas satisfaites, il est possible d'appliquer une couche d'étanchéité liquide (*coating* pare-vapeur, voir figure 1 à la page précédente). Le cas échéant, il convient de s'informer au préalable auprès du fabricant du produit quant au nombre de couches, à la manière de les appliquer, aux conditions limites d'utilisation du *coating* (par rapport à la teneur en humidité du support) et aux temps de séchage minimum et maximum à respecter avant l'application d'une nouvelle couche

- **pose d'une couche d'égalisation** d'une épaisseur moyenne de 2 mm (voir figure 2); après séchage, celle-ci sera poncée mécaniquement à faible vitesse (épaisseur minimale de 1 mm après ponçage), puis aspirée.

Par ailleurs, il convient d'être attentif aux conditions ambiantes de la pièce dans laquelle le revêtement sera mis en œuvre : **humidité relative de l'air** inférieure à 75 % – voire 65 %, de préférence – et température ambiante d'au moins 15 °C. Ces conditions doivent être respectées avant, pendant et après la pose : autrement dit, pour une pose collée, jusqu'à ce que la colle ait entièrement pris, ce qui peut

**B** | Points de rosée [°C] en fonction de la température et de l'humidité relative de l'air ambiant

Température de l'air [°C]	Humidité relative de l'air [%]					
	65	60	55	50	45	40
16	9,4	8,2	7,0	5,6	4,1	2,4
18	11,3	10,1	8,8	7,4	5,9	4,2
19	12,3	11,1	9,7	8,3	6,8	5,1
20	13,2	12,0	10,7	9,3	7,7	6,0
21	14,2	12,9	11,6	10,2	8,6	6,9
22	15,1	13,9	12,5	11,1	9,5	7,8
23	16,1	14,8	13,5	12,0	10,4	8,7

demander jusqu'à 72 heures. Lors de la pose du revêtement, la température du support doit être d'au moins 10 °C et au moins 3 °C supérieure à celle du point de condensation de l'air ambiant (voir tableau B). Durant l'hiver, il faut en outre tenir compte du fait que la

température de la surface du support peut être sensiblement plus faible que la température de l'air. |

*E. Nguyen, ir., chef de projet, laboratoire Bois et coatings, CSTC*



**2** | Etalement et lissage de la couche d'égalisation à la lisseuse



La ventilation est essentielle à la qualité de l'air de nos logements. Or, elle ne s'improvise pas. Un système de ventilation performant nécessite en effet de suivre un processus rigoureux depuis sa conception jusqu'à son entretien, en passant par son installation et sa mise en service. Une nouvelle NIT et un outil de calcul sont désormais disponibles et sont principalement destinés à l'installateur.

# Ventilation des logements : une nouvelle NIT et un outil de calcul

## 1 Contenu de la NIT

La nouvelle NIT propose des solutions pratiques et des recommandations permettant de réaliser des installations de ventilation performantes, tant du point de vue de la qualité de l'air que de la consommation énergétique. Elle suit chronologiquement les étapes de réalisation d'un système de ventilation : conception, installation, mise en service et entretien. La conception et la mise en service étant certainement des étapes capitales pour atteindre de bonnes performances, de nombreux sujets sont abordés en détail dans cette NIT, notamment les débits de conception, la régulation (manuelle et ventilation à la demande), la conception des ouvertures

de ventilation naturelle, les aspects acoustiques, l'isolation thermique des conduits... La conception de la partie mécanique y est également traitée en profondeur et est illustrée brièvement dans cet article.

## 2 Fonctionnalités de l'outil de calcul

L'outil de calcul est le complément indispensable à la NIT. Certaines étapes spécifiques de la conception et de la mise en service peuvent être facilitées grâce à cet outil : le calcul des débits minimum exigés selon la réglementation PEB, la détermination des débits de conception, le choix des ouvertures de ventila-

tion naturelle, le dimensionnement du réseau de conduits et, enfin, le réglage des débits sur le système installé.

## 3 Exemple de mise en pratique

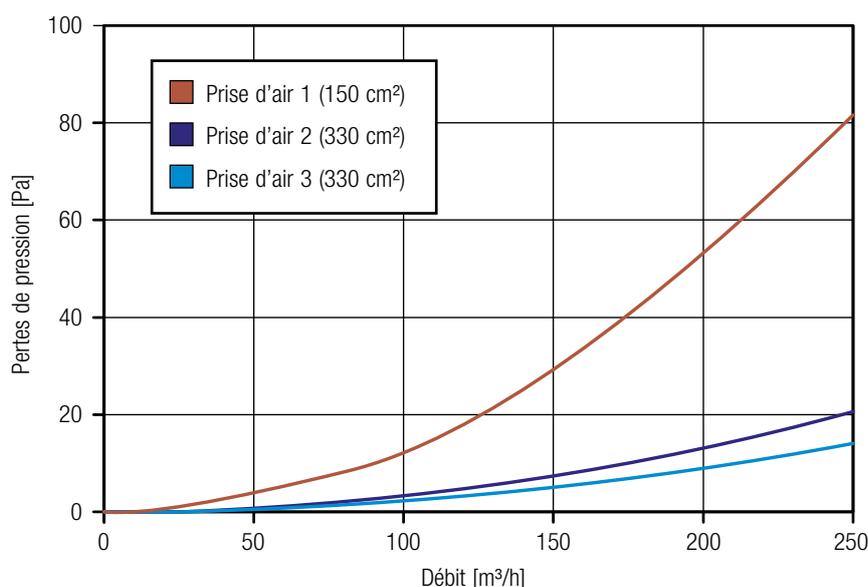
Des mesures effectuées *in situ* (notamment dans le cadre du projet Optivent) ont révélé que les débits de ventilation mécanique sont souvent inférieurs aux débits minimum exigés, mais qu'ils sont surtout très souvent mal répartis entre les différentes pièces (débit trop élevé dans un grenier et trop faible dans une chambre à coucher, par exemple). Grâce aux conseils présentés dans la NIT et à l'outil de calcul, il est possible d'éviter ces problèmes et de concevoir des installations de ventilation mécanique performantes.

### 3.1 Débits de conception

L'outil apporte tout d'abord une aide précieuse en permettant de déterminer des débits de conception suffisants sur la base des débits minimum exigés par la réglementation PEB (calculés automatiquement dans l'outil de calcul).

### 3.2 Emplacement du groupe de ventilation

Un emplacement relativement central par rapport aux locaux à desservir permet d'atteindre, autant que possible, un équilibre naturel du réseau, évitant ainsi que l'air n'effectue des trajets longs avec un débit important, et des trajets courts avec un débit faible.

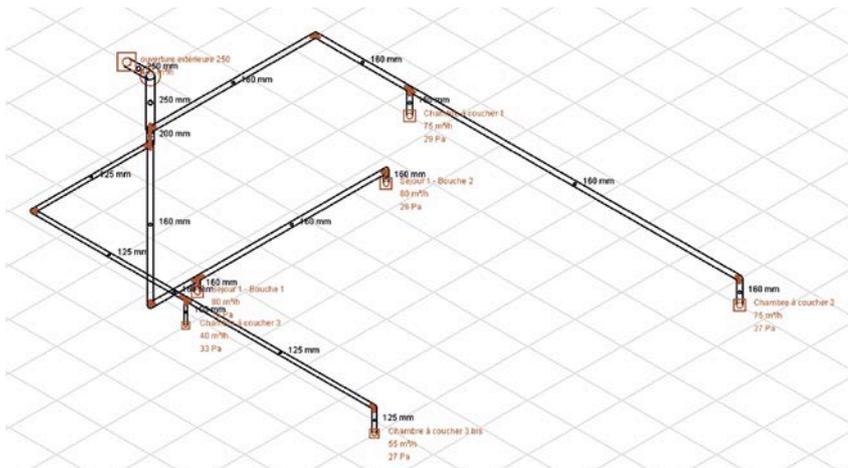


1 | Impact de la prise d'air et de sa section nette sur les pertes de pression



Comparaison de la perte de pression de deux types de conduits semi-flexibles

Caractéristiques des conduits	Trois conduits circulaires lisses	Un seul conduit circulaire lisse
Diamètre de chaque conduit	50 mm	87 mm
Section totale	59 cm <sup>2</sup>	59 cm <sup>2</sup>
Débit	75 m <sup>3</sup> /h	75 m <sup>3</sup> /h
Vitesse de l'air	3,5 m/s	3,5 m/s
Perte de pression calculée	4,9 Pa/m	2,4 Pa/m



2 | Exemple de dimensionnement d'un réseau de conduits réalisé à l'aide de l'outil de calcul

### 3.3 Limiter les pertes de pression

Quel que soit le type de réseau, la NIT prodigue de nombreux conseils visant à limiter les pertes de pression au strict nécessaire et, dès lors, à réduire la consommation électrique. Par exemple, l'utilisation de trois conduits en parallèle (système avec collecteur à placer sous la chape) occasionne des pertes de pression au moins deux fois plus importantes que l'utilisation d'un seul conduit de section équivalente (voir tableau ci-dessus).

Le choix de certains composants tels que les prises d'air et les bouches de rejet est également déterminant. Selon le type de composant, les pertes de pression peuvent être plus de quatre fois plus élevées (voir figure 1 à la page précédente).

### 3.4 Dimensionnement

La fonction principale de l'outil de calcul est assurée par un module permettant de dimensionner les réseaux de conduits

des systèmes de ventilation. Dans ce module, l'utilisateur réalise d'abord le tracé souhaité pour le réseau de conduits en se basant sur les plans du logement et des gaines techniques. L'outil de calcul réalise ensuite automatiquement un premier dimensionnement. Pour ce faire, il identifie les différents composants (conduits droits, coudes, pièces en têt) et propose un diamètre pour chaque tronçon du réseau à partir de deux critères paramétrables par l'utilisateur, à savoir : les vitesses d'air et la perte de pression par mètre (voir figure 2).

### 3.5 Choix du ventilateur

La dernière, mais non moins capitale étape de la conception consiste à choisir un ventilateur adapté au réseau prévu et permettant d'obtenir le débit souhaité et de surmonter la perte de pression calculée, en tenant compte d'une réserve suffisante.

### 3.6 Réglage des débits du système installé

Il convient enfin de régler les différentes bouches, de manière à obtenir une bonne répartition des débits entre les différentes pièces, puis de régler le ventilateur pour atteindre les débits de conception. Afin de faciliter cette étape, une méthode simplifiée, développée dans le cadre du projet Optivent et décrite dans la NIT, est également programmée dans l'outil de calcul. Elle permet un gain de temps non négligeable tout en garantissant un réglage suffisamment précis.

## 4 Conclusion

Un système de ventilation performant n'est pas le fruit du hasard ou de la chance, mais plutôt le résultat d'un processus systématique et rigoureux. La NIT et l'outil de calcul ont précisément pour but de faciliter ce processus pour l'installateur.

La NIT a pour objectif de proposer des solutions pratiques et des recommandations permettant d'atteindre les exigences et les performances visées dans la réglementation PEB, dans la norme NBN D 50-001 ou encore dans le cadre des spécifications techniques STS-P 73-1. Elle se veut donc complémentaire à ces différents documents de référence. En ce sens, elle constitue une base solide pour les professionnels de la ventilation. |

S. Caillou, dr. ir., chef adjoint, et  
P. Van den Bossche, ing., chef du laboratoire  
Chauffage et ventilation, CSTC

La NIT et l'outil de calcul sont l'aboutissement d'une recherche menée par le CSTC dans le cadre du projet Optivent subsidié par VLAIO (Agentschap Innoveren en Ondernemen).



Comme nous l'a rappelé l'article précédent, la ventilation est essentielle à la qualité de l'air de nos logements. Certains se demandent toutefois si la ventilation elle-même ne présente pas un risque pour notre santé en raison du développement de moisissures ou de bactéries dans les filtres, dans les conduits... Qu'en est-il exactement ? Cet article fait le point sur la question en se basant sur une campagne de mesures menées dans plus de 30 logements dans le cadre du projet Optivent.

## Ventilation et polluants microbiologiques : résultats rassurants

La ventilation a pour but de maintenir une bonne qualité de l'air intérieur. Elle évacue ainsi vers l'extérieur les polluants émis à l'intérieur des bâtiments : l'humidité liée aux activités dans la salle de bain et la cuisine notamment, les bio-effluents émis par les personnes, les polluants chimiques émanant des matériaux... En parallèle, les espaces de vie sont alimentés par de l'air neuf provenant de l'extérieur. Cette alimentation peut se faire naturellement, via des grilles d'alimentation naturelle, ou mécaniquement, via un ventilateur et des conduits, par exemple. Même en présence d'un air extérieur aussi peu pollué que possible, une ventilation saine n'est possible que si le système de ventilation lui-même ne représente pas une source de polluants supplémentaires, microbiologiques notamment (moisissures et bactéries).

### Moisissures et bactéries

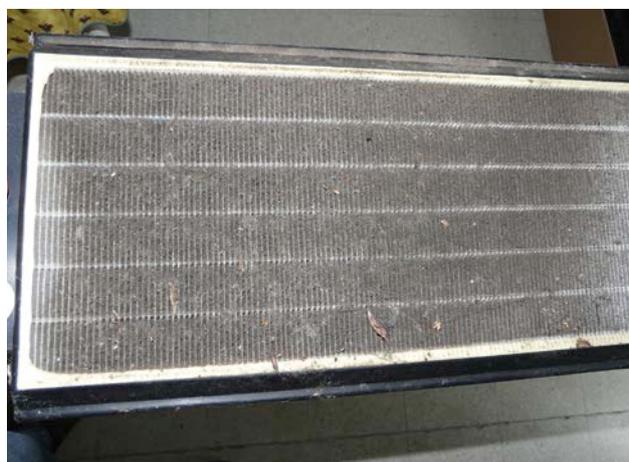
Les moisissures et les bactéries sont des microorganismes, c'est-à-dire des formes de vie minuscules dont la structure n'est pas visible à l'œil nu. Elles sont généralement peu exigeantes en ce qui concerne leurs conditions de croissance (température, oxygène, présence de nutriments). Le principal facteur limitant, autrement dit pouvant influencer leur développement, est en réalité la présence d'une humidité suffisante dans un matériau et/ou dans l'air (minimum 70 à 80 % HR).

Lorsque ces microorganismes se développent à l'intérieur des maisons, ils peuvent engendrer des problèmes de santé tels que des irritations (yeux, gorge et peau), des réactions allergiques ou toxiques (difficultés respiratoires,

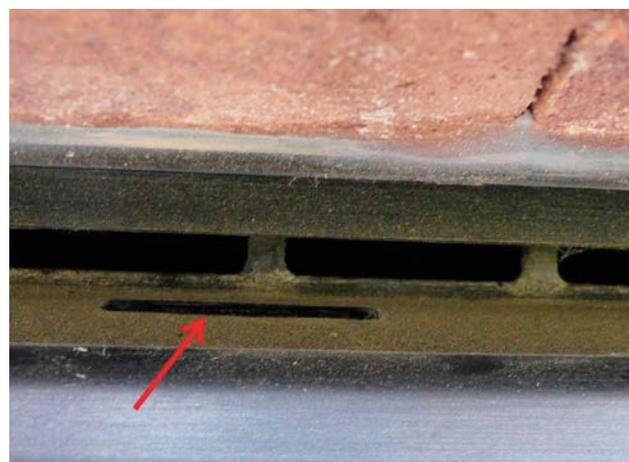
voire asthme, maux de tête, symptômes grippaux) et, dans certains cas particuliers, des infections.

Ces microorganismes sont omniprésents dans les environnements naturels extérieurs : dans les sols, les milieux forestiers et agricoles... En principe, ils ne se développent pas dans un bâtiment sain. Le cas échéant, il s'agit généralement du résultat d'un problème d'humidité (humidité de construction, humidité ascensionnelle, infiltration, condensation sur un pont thermique...). Une ventilation n'évacuant pas suffisamment l'humidité dégagée par les personnes et leurs activités (douches et bains, cuisine, lessive...) sera également à l'origine d'un taux d'humidité trop élevé dans l'air et dans les matériaux (hygroscopicité des matériaux) qui favorisera le développement de moisissures.

1 | Filtre d'alimentation d'un système D encrassé



2 | Ouverture d'alimentation naturelle d'un système C encrassée





3 | Développement de moisissures sur des finitions intérieures

### Risque encouru dans les systèmes de ventilation

Le risque microbiologique n'est pas le même pour tous les systèmes ni pour tous les composants. Le facteur limitant pour le développement des microorganismes étant l'humidité, les composants qui pourraient subir un taux d'humidité élevé pendant un certain temps sont donc exposés à un risque plus élevé. Ce risque sera d'autant plus élevé si ces composants sont susceptibles de s'encrasser et, plus particulièrement encore, s'ils sont difficilement accessibles pour l'entretien. Les salissures constituent, en effet, une base de nutriments pour les microorganismes.

Les **conduits de ventilation** sont souvent pointés du doigt comme étant un lieu de développement potentiel de microorganismes. Ce risque est pourtant très limité pour les conduits d'alimentation des systèmes D avec récupération de chaleur, car le préchauffage de l'air a pour effet de diminuer son taux d'humidité relative. De plus, une filtration efficace permet en principe de limiter très fortement l'encrassement de ces conduits.

Le **filtre** installé sur l'alimentation des systèmes D est, quant à lui, exposé à l'air extérieur, lequel présente, sous notre climat, un taux d'humidité généralement élevé et influence dès lors le développement de microorganismes. Ce filtre va en outre progressivement

s'encrasser avec les poussières provenant de l'air extérieur (voir figure 1 à la page précédente). Il présente donc un risque microbiologique potentiel.

Les **ouvertures d'alimentation naturelle** des systèmes A et C se trouvent dans une situation relativement similaire à celle des filtres des systèmes D, à savoir : un taux d'humidité de l'air extérieur potentiellement élevé et un encrassement des ouvertures. Cet encrassement est néanmoins plus limité que celui des filtres (voir figure 2 à la page précédente).

### Campagne de mesure *in situ*

Dans le cadre du projet Optivent, une campagne de mesure a été réalisée dans des maisons non touchées par des problèmes d'humidité afin d'évaluer les risques microbiologiques des systèmes de ventilation. Cette campagne, dont les résultats sont rassurants, est présentée en détail dans la version intégrale de cet article.

Dans la plupart des systèmes D étudiés, l'air pulsé par le système de ventilation contenait moins, voire beaucoup moins, de spores de moisissure que l'air extérieur. Ceci indique l'absence de développement microbiologique dans les systèmes de ventilation eux-mêmes. Mieux encore, la filtration des systèmes D permettait même de réduire le nombre de spores de moisissures

dans l'air pulsé par rapport à l'air extérieur.

Deux exceptions ont néanmoins été observées pour des systèmes D présentant des manquements graves au niveau de la conception (emplacement prise d'air, présence de clapets empêchant l'entretien), de la mise en œuvre (conduits encrassés lors du chantier) et de l'entretien.

### Conclusion

La campagne de mesure du projet Optivent a permis de montrer qu'un système de ventilation correctement conçu, mis en œuvre et entretenu ne présente pas de risque particulier sur le plan microbiologique.

Néanmoins, le risque zéro n'existe pas et le risque de développement microbiologique en cas de mauvaise conception ou d'entretien insuffisant, quel que soit le type de système de ventilation, ne doit pas être sous-estimé (sans pour autant être exagéré).

Ce risque ne doit en tout cas pas mettre en doute la nécessité de ventiler. N'oublions pas qu'une ventilation insuffisante peut être bien plus dommageable encore pour notre santé. Outre l'exposition accrue à divers polluants chimiques, une ventilation insuffisante augmente également de manière considérable le risque de problèmes d'humidité et de développement de moisissures directement dans nos espaces de vie (voir figure 3).

Une meilleure connaissance par les professionnels, pour une conception et une mise en œuvre correctes, mais aussi par les utilisateurs eux-mêmes, pour le suivi de l'entretien, permettra de réduire ce risque. **I**

*S. Caillou, dr. ir., chef adjoint du laboratoire Chauffage et ventilation, CSTC  
J. Van Herreweghe, dr. ing., chef de projet, laboratoire Microbiologie et santé, CSTC*

*Cet article a été rédigé dans le cadre du projet Optivent subsidié par VLAIO (Agentschap Innoveren en Ondernemen).*



L'évacuation séparée des eaux usées et des eaux pluviales d'une parcelle est vivement recommandée tant en construction neuve qu'en rénovation. Elle est même obligatoire dans certaines Régions (voir tableau à la page suivante). Certaines règles doivent toutefois être respectées. Cet article est consacré aux collecteurs privés, c'est-à-dire aux conduites d'évacuation situées sur les parcelles individuelles.

# Evacuation séparée

## des eaux usées et des eaux pluviales

### 1 Avantages d'une évacuation séparée

L'évacuation séparée des eaux usées et des eaux pluviales et la récupération de ces dernières pour utilisation pratique constituent les clés d'une gestion efficace des eaux usées. Elles offrent en outre de nombreux avantages :

- les eaux usées peuvent être traitées de manière plus efficace dans les installations d'épuration lorsqu'elles ne sont pas trop diluées avec des eaux pluviales
- le risque de débordement des déver-

soirs du réseau d'égouttage diminue, ce qui permet d'éviter une pollution de l'environnement et des eaux de surface

- l'infiltration des eaux pluviales dans le sol réalimente les nappes phréatiques et empêche ainsi un assèchement du sol et une pénurie d'eau pour la production d'eau potable
- le risque d'inondation dans les parties situées au plus bas du système d'égouttage est fortement réduit
- certaines applications sanitaires ne requièrent pas l'utilisation d'eau potable et peuvent être desservies par de l'eau de pluie (récoltée), ce qui entraîne une réduction de la consommation d'eau potable.

de regard ou de chambres de visite)

- les collecteurs doivent présenter une pente minimale de 1 %, afin d'éviter que la vitesse minimale de l'eau dans la conduite ne soit trop faible
- cette pente doit être aussi constante que possible sur la totalité du tracé, au risque d'entraîner des obstructions
- le diamètre du collecteur ne peut jamais se rétrécir d'amont en aval
- le nombre de coudes à 90° doit être limité. La présence de plus de deux coudes à 90° dans le même tracé pourrait effectivement s'avérer problématique.

S'il ressort de ce contrôle que le tracé d'évacuation ne satisfait pas aux règles de l'art, il est recommandé de le remplacer (partiellement).

### 2 Points requérant une attention particulière

#### 2.1 Conception hydraulique

Pour qu'une installation d'évacuation fonctionne correctement, il est essentiel de veiller à ce qu'aucun dépôt de matières solides ne se forme dans les collecteurs privés. Lorsque l'on entame des travaux visant à séparer l'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales et que la conduite d'évacuation de l'égout unitaire d'origine ne servira plus qu'à évacuer les eaux usées, il est recommandé de contrôler les points suivants :

- la totalité du tracé d'évacuation doit pouvoir être entretenue au moyen d'un tuyau flexible muni d'une buse de nettoyage que l'on introduira dans le réseau via des points d'inspection (tés

#### 2.2 Ventilation

Si l'on envisage une évacuation séparée et que l'on conserve la conduite d'origine pour évacuer les eaux usées, il convient de vérifier si la conduite d'évacuation des eaux pluviales permet de ventiler la conduite d'évacuation des eaux usées et, éventuellement, la fosse septique.

Le retrait pur et simple de la conduite de ventilation peut en effet compliquer l'évacuation des eaux usées, et ce particulièrement en amont d'un (siphon) disconnecteur.

De plus, si les eaux pluviales sont acheminées vers une citerne, celle-ci doit être ventilée également.





Chaque Région a fixé certaines obligations quant à l'évacuation séparative des eaux usées et des eaux pluviales et à la récupération de ces dernières.

Exigences légales sur une parcelle privée	Wallonie	Région de Bruxelles-Capitale	Flandre
Séparation totale de l'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales	Obligatoire pour toute construction neuve	Non obligatoire	Obligatoire : <ul style="list-style-type: none"> <li>en cas de construction neuve ou de rénovation</li> <li>si un système d'égouttage séparatif est mis en œuvre dans la rue</li> </ul>
Récupération des eaux pluviales	Aucune obligation au niveau régional	En cas de construction neuve : <ul style="list-style-type: none"> <li>citerne d'eau de pluie obligatoire; utilisation pratique des eaux pluviales récoltées non obligatoire</li> <li>les toitures plates inaccessibles de plus de 100 m<sup>2</sup> doivent être réalisées de la même manière que les toitures vertes</li> <li>au moins 50 % de la surface des cours et des jardins doivent être perméables</li> </ul>	En cas de construction neuve ou de rénovation, on suivra la procédure suivante : <ul style="list-style-type: none"> <li>récupération des eaux pluviales pour utilisation pratique</li> <li>infiltration dans le sol</li> <li>déversement dans les eaux de surface (étang, p. ex.) ou une voie artificielle d'écoulement des eaux (fossé, p. ex.)</li> <li>déversement dans la conduite d'évacuation des eaux pluviales située au niveau de la rue</li> <li>évacuation via l'égout public unitaire</li> </ul>
Document de référence	Code de l'eau (1), article R.277	Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 novembre 2006 (titre I, art. 13 et art. 16) (2)	Arrêté du Gouvernement flamand du 5 juillet 2013 (3)
Exigences légales en préparation	Infiltration dans le sol	Infiltration dans le sol	–

(1) Le Code de l'eau établit les exigences légales minimales concernant l'utilisation des eaux pluviales. Les provinces et les communes peuvent introduire elles-mêmes des exigences plus strictes. Certaines communes wallonnes imposent l'installation d'une citerne d'eau de pluie et/ou un dispositif d'infiltration dans le sol.

(2) L'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 novembre 2006 fixe les exigences minimales applicables au sein de la Région. Les 19 communes peuvent définir elles-mêmes des règles plus strictes.

(3) L'arrêté du Gouvernement flamand du 5 juillet 2013 fixe les exigences minimales applicables en Flandre. Les provinces et les communes peuvent introduire elles-mêmes des règles plus strictes. Dans la province du Brabant flamand, par exemple, un règlement urbanistique provincial fixe depuis le 24 juin 2014 des exigences plus strictes pour la pose, la rénovation ou l'extension des revêtements de sol extérieurs.

### 2.3 Raccord des avoires de sol et des caniveaux

Lors de la conception de l'évacuation séparée des eaux usées et des eaux pluviales, le raccord des divers dispositifs doit faire l'objet d'une attention particulière.

Il convient tout d'abord de déterminer si ce sont principalement des eaux pluviales ou des eaux usées qui s'écouleront via ces points d'évacuation. S'il s'agit surtout d'eaux pluviales, le raccord sera effectué avec la conduite d'évacuation des eaux pluviales, même si des eaux usées sont récoltées de temps à autre.

En revanche, ces dernières ne pourront pas atteindre la citerne d'eau de pluie. On peut éventuellement envisager leur évacuation par le trop-plein.

Si le point d'évacuation récolte principalement des eaux usées, il doit être raccordé à la conduite d'évacuation des eaux usées. Cette situation se présente entre autres dans le cas des terrasses ou des balcons couverts.

### 3 Conclusion

Même sans obligation légale, il est recommandé de séparer l'évacuation

des eaux usées et des eaux pluviales d'une parcelle, tant en construction neuve qu'en rénovation. Pour ce faire, il importe de prendre en considération les recommandations formulées dans cet article en ce qui concerne la conception hydraulique, la pente, la ventilation, les points d'inspection et les raccordements. **I**

*L. Vos, ir.-arch., chercheur, laboratoire Techniques de l'eau, CSTC*

Les applications numériques telles que le BIM prennent de plus en plus d'ampleur dans le secteur de la construction. Afin de faciliter la recherche et la mise à disposition de l'ensemble des informations disponibles autour de ce sujet, celles-ci ont été centralisées sur un portail consacré au BIM et au numérique : BIMportal.be.

# BIMportal.be :

## le portail belge de référence dédié au BIM et au numérique

Le BIM (*Building Information Model/Modelling/Management*) se montre actuellement très prometteur et connaît un franc succès dans le secteur de la construction. Cette nouvelle façon de travailler, où la coopération et l'échange d'informations occupent une place centrale, associe géométrie et information pour la réalisation de modélisations numériques (voir également [Les Dossiers du CSTC 2016/3.15](#)). Travailler avec le BIM présente de nombreux avantages. Le secteur de la construction a donc tout intérêt à ne pas rester à quai. Afin de familiariser les professionnels de la construction au BIM, des initiatives diverses voient le jour tant chez nous qu'à l'étranger, qu'il s'agisse de l'organisation de multiples

activités et projets ou de l'élaboration et du développement de directives, de protocoles, d'articles, de logiciels, de manuels ou de sites Internet. Toutes ces informations, ainsi que celles relatives à d'autres techniques numériques innovantes, sont rassemblées et mises à disposition sur BIMportal.be.

### Objectif

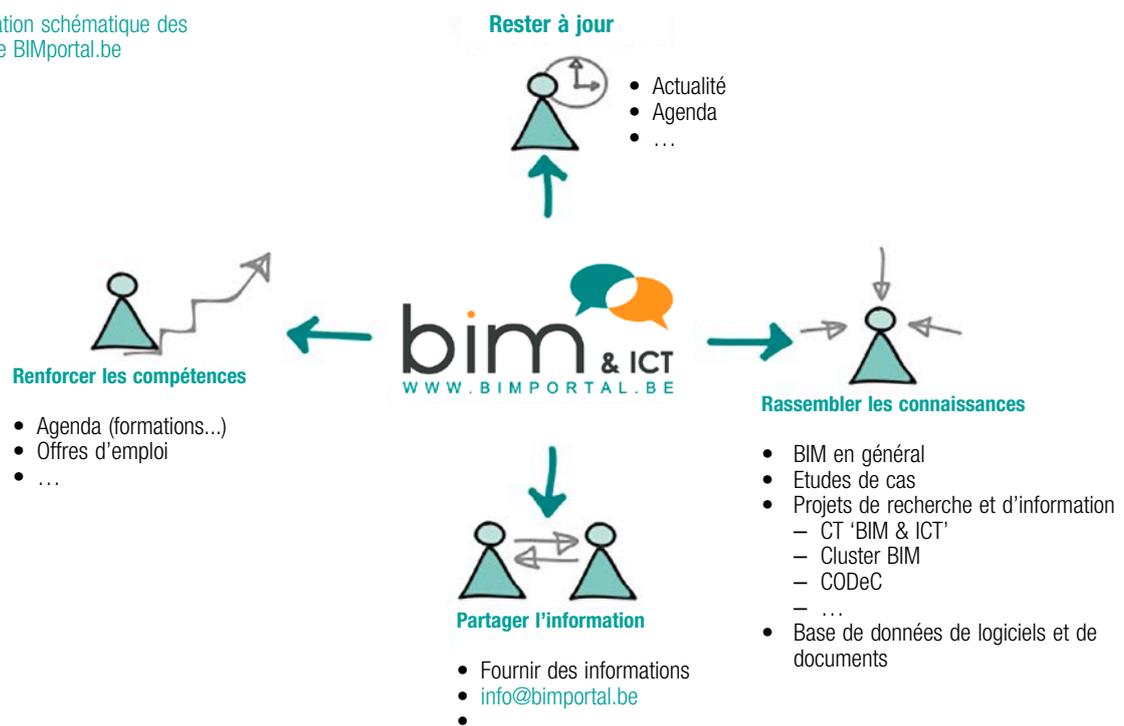
BIMportal.be ambitionne de devenir le portail belge de référence en ce qui concerne le BIM et d'autres applications numériques consacrées aux besoins du monde de la construction. Le CSTC, qui est à l'initiative de ce site Internet, souhaite ainsi mettre à

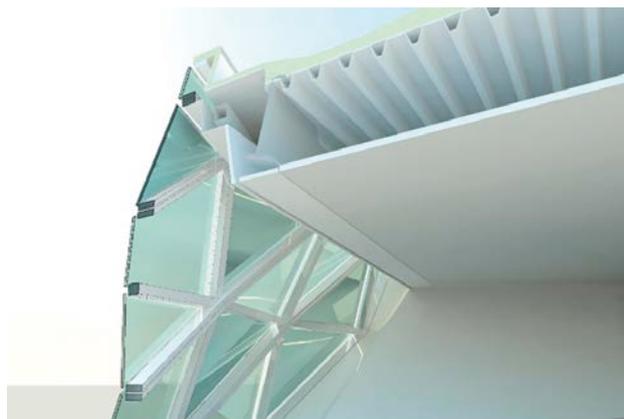
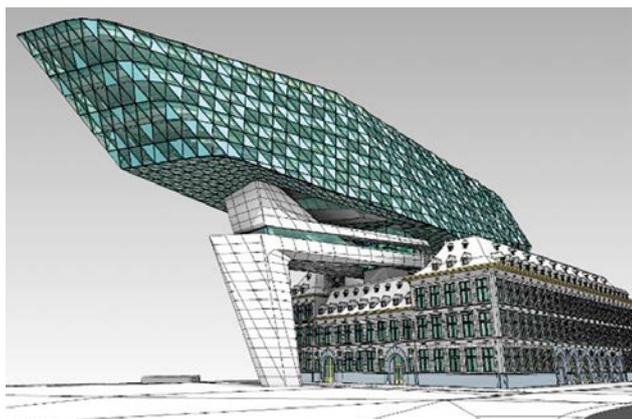
la disposition des professionnels – du secteur public et du secteur privé – une mine d'informations pertinentes et de qualité et leur donner l'opportunité de fournir des informations à leur tour. L'intention de portail est en effet de renforcer les compétences des utilisateurs en matière de BIM et d'usage du numérique et de soutenir leurs projets d'innovation.

### Contenu

L'offre sur le portail est très diversifiée et vise un public large allant des professionnels n'ayant encore jamais travaillé avec le BIM, aux utilisateurs aguerris ainsi qu'aux pionniers du BIM.

### 1 | Représentation schématique des objectifs de BIMportal.be





2 | Exemple d'une étude de cas présentée sur BIMportal.be. Grâce au BIM, le Bureau Bouwtechniek a traduit le projet initial de la Nouvelle maison portuaire de Zaha Hadid Architects en un concept réalisable tant sur le plan technique que budgétaire (source : Zaha Hadid Architects avec le concours de Bureau Bouwtechniek).

Le portail propose des **informations générales** concernant le BIM ainsi que des explications pratiques par le biais d'**études de cas**, c'est-à-dire de projets de construction ayant eu recours au BIM. En plus de mentionner des données relatives à chaque projet, cette partie du site fournit des explications relatives à l'usage du BIM et aux solutions informatiques utilisées pour ces projets. Pour disposer d'une liste non exhaustive de solutions informatiques, le lecteur pourra se référer à la **base de données de logiciels**.

Outre des informations générales et pratiques, BIMportal.be comporte des informations relatives à certains **projets de recherche et d'information**. L'utilisateur du portail est ainsi non seulement informé des activités du nouveau Comité technique 'BIM & ICT', mais également

d'autres projets tels que Cluster BIM (1) et CODEC (2). Par ailleurs, le BIM ne se limitant pas au secteur belge de la construction, les initiatives étrangères méritent que l'on s'y attarde également. Pour cette raison, la **base de données des documents** traverse les frontières et propose de nombreux liens intéressants vers des articles, directives et sites étrangers consacrés au BIM et au numérique.

Le contenu du portail sera régulièrement mis à jour et complété. L'utilisateur sera ainsi toujours au courant de l'**actualité** nationale et internationale ainsi que des **activités à venir** en matière de BIM et de numérique, à savoir : des séances d'information, des conférences, des ateliers et des formations, et ce tant au niveau de la modélisation numérique (c'est-à-dire la réalisation d'un dessin) que de l'organisation. Le portail BIM

propose en outre un espace dédié aux offres d'emploi relatives.

### Partage des informations

BIMportal.be ne contient donc pas uniquement des données provenant du CSTC, mais rassemble toutes sortes d'informations pertinentes et intéressantes concernant le BIM et l'ICT. En d'autres termes, le portail constitue une plateforme centrale améliorant la visibilité et l'accessibilité de l'ensemble de ces informations. Le CSTC assure à cet égard le rôle de coordinateur et veille notamment à la neutralité des informations délivrées. |

*C. Euben, ir.-arch., conseiller, service BIM et techniques de l'information, CSTC*

## Nous avons besoin de vous !

Nous avons besoin de vous pour que BIMportal.be deviennent le portail belge de référence en matière de BIM et de numérique. Si vous disposez d'informations pertinentes, n'hésitez pas à les partager avec nous sur <http://www.bimportal.be/fr/fournir-des-informations/> ou par email à [info@bimportal.be](mailto:info@bimportal.be).



(1) Ce cluster consacré au BIM a été lancé à l'initiative du CSTC et de la Confédération Construction flamande. Il a pour objectif de promouvoir la coopération entre les entreprises participantes et les professionnels de la construction, mais également d'améliorer la technologie du BIM en développant des bases de données compatibles avec le BIM, des plug-ins...

(2) Cette étude prénormative – initiée par le CSTC et subsidiée par le SPF Economie – ambitionne de développer un cadre de communication harmonisé dans le domaine de la modélisation numérique.

**Consentir un investissement important – tel que le remplacement d’une machine, le lancement d’une nouvelle activité, l’autoproduction ou l’achat de produits prêts à l’emploi, voire la reprise d’une entreprise – ne se fait pas à la légère. L’analyse approfondie d’un projet d’investissement est essentielle pour prendre la bonne décision.**

## La décision d’investissement : une approche pratique appliquée à la construction

Il convient avant tout d’étudier les opportunités d’investissement. Sont-elles en relation avec la stratégie de l’entreprise ? Quelle est leur faisabilité technique et financière ? Quid des capacités du personnel, des risques acceptables et des indices de rentabilité ?

Il y a lieu ensuite de rassembler les données pertinentes permettant de chiffrer les idées d’investissement retenues, et de répondre aux questions cruciales suivantes :

- quel rendement minimal doit assurer l’investissement ?
- dans quel délai l’investissement doit-il être opérationnel ?
- à combien peuvent s’élever au maximum les frais dus à un emprunt ?

L’ensemble de ces données chiffrées sera soumis à une **analyse financière et économique** qui permettra d’en estimer le plus correctement possible la valeur. Si l’exactitude de certains chiffres peut être garantie à 100 % (prix d’achat d’une machine, par exemple), ce n’est pas le cas pour la majorité d’entre eux (coût des matières premières, hausse

du chiffre d’affaires, frais supplémentaires liés à la main-d’œuvre...). Il est par conséquent primordial d’effectuer une analyse de sensibilité et de risque, et de développer différents scénarios.

Une analyse financière et économique doit tenir compte de nombreux aspects, notamment l’**influence du fonds de roulement nécessaire**. Une décision d’investissement implique en effet bien plus que le simple achat d’une nouvelle machine pour lancer une nouvelle activité : cette activité peut avoir un impact sur le stock (un stock de sécurité doit-il être prévu ?), les clients (les nouveaux clients paieront-ils à temps ?) et les fournisseurs (peut-on négocier des conditions de paiement avantageuses avec ces nouveaux fournisseurs ?), chacun de ces facteurs entraînant des dépenses supplémentaires.

Un autre aspect à prendre en compte : l’**influence du facteur fiscal**. Il est utile de savoir que le gouvernement octroie certaines réductions d’impôts, notamment sur les intérêts et les amortissements. Des mesures de stimulation de l’investissement sont également pré-

vues (déduction pour l’investissement et déduction d’intérêt notionnel).

Enfin, il y a lieu de tenir compte des **coûts d’opportunité**. Ainsi, le lancement d’une nouvelle activité peut faire chuter le chiffre d’affaires d’une activité existante; l’arrivée d’une nouvelle machine peut aussi occuper l’espace de stockage qui était jusqu’alors alloué à une autre activité.

Par ailleurs, les décisions d’investissement peuvent avoir des conséquences moins visibles ou plus difficiles à cerner, notamment sur la satisfaction du personnel ou l’image de l’entreprise.

La prise d’une décision d’investissement ne constitue pas en soi la phase finale du processus. Les revenus et les dépenses liés aux projets en cours doivent en effet être suivis et analysés avec attention. On peut ainsi repérer d’éventuelles différences entre la marge brute d’autofinancement prévue au budget et la marge brute réelle, et donc les corriger à temps.

*Division Gestion et qualité, CSTC*

### Nouvelle formation

Vu la complexité du processus de décision en matière d’investissement, le CSTC propose, à la demande de ses membres, une nouvelle formation. Celle-ci sera surtout consacrée à l’analyse financière et économique et aura pour but d’aider les entreprises à trouver les outils permettant d’évaluer leurs investissements futurs. Pour de plus amples informations, nous vous invitons à contacter la division Gestion et qualité du CSTC à cette adresse : [gebe@bbri.be](mailto:gebe@bbri.be).



# Publications du CSTC

## Les Dossiers du CSTC

- 2015/4.9** ETICS avec revêtements durs. Partie 1: performances des systèmes et sélection des matériaux.
- 2015/4.11** Effets des peintures sur les besoins d'énergie et le climat intérieur des bâtiments
- 2015/4.15** ETICS avec revêtements durs. Partie 2 : mise en œuvre.
- 2016/2.4** Accessoires de maçonnerie.
- 2016/2.14** Mesure de l'étanchéité à l'air dans le cadre de la PEB : comment traiter les dispositifs de ventilation ?
- 2016/3.9** Eaux de piscine : attention à l'équilibre calcocarbonique.

## Infofiches

- N° 73** Portes résistant au feu placées dans des parois résistant au feu. Performances exigées.

## Notes d'information technique

- NIT 258** Guide pratique des systèmes de ventilation de base des logements (remplace les NIT 192 et 203).



## Publications

Les publications du CSTC sont disponibles :

- sur notre site Internet :
  - gratuitement pour les entrepreneurs ressortissants
  - par souscription pour les autres professionnels (enregistrement sur [www.cstc.be](http://www.cstc.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](mailto:publ@bbri.be)).

## Formations

- Pour plus d'informations au sujet des formations, contactez J.-P. Ginsberg par téléphone (02/625.77.11), par fax (02/655.79.74) ou par e-mail ([info@bbri.be](mailto:info@bbri.be)).
- Lien utile : [www.cstc.be](http://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](http://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](mailto:info@bbri.be)  
site Internet : [www.cstc.be](http://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. 011/79 95 11  
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 29