



cstc.be
Recherche • Développe • Informe

Contact

UNE ÉDITION DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION

2013/3

**Béton à
ultra-hautes
performances**
p5

**Joints de
vitrage**
p9

**Ventilation
double flux**
p17

**Planning
d'intervention**
p22

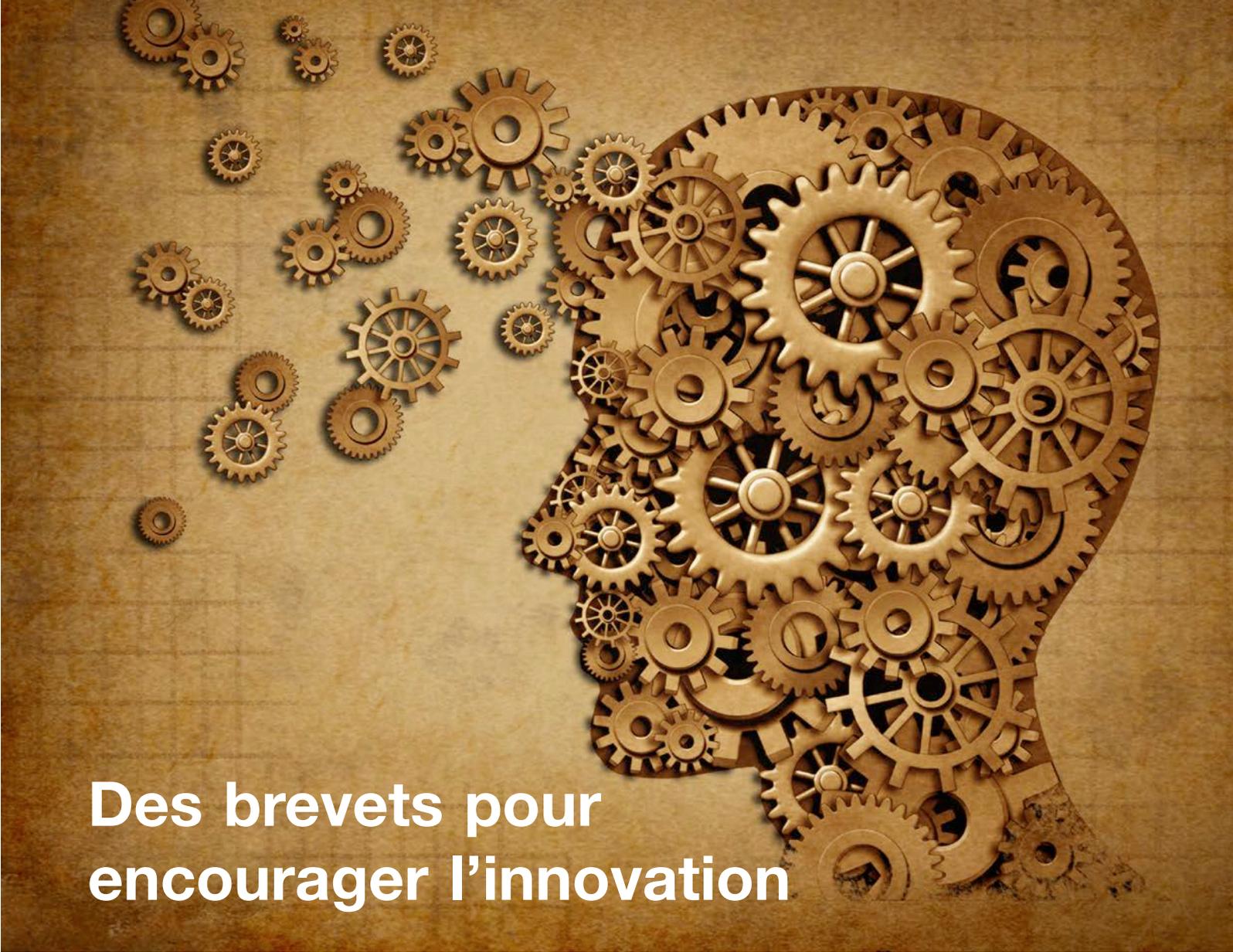
Dépôt : Bruxelles X • Numéro d'agrégation : P 401010
10^e année • Trimestriel

Mucem, Marseille – Architecte : Rudy Ricciotti – Photo : Boris Drenc



Sommaire 2013/3

	Des brevets pour encourager l'innovation.....	3
	Géothermie peu profonde.....	4
	Le béton à ultra-hautes performances : étude et applications en Belgique.....	5
	Evaluation des produits d'injection contre l'humidité ascensionnelle.....	6
	Eviter les problèmes d'humidité dans les toitures à versants.....	7
	Impact environnemental des toitures plates.....	8
	Comment obtenir un joint de vitrage performant ?.....	9
	Réduire le risque de propagation de l'incendie via les façades rideaux.....	10
	Etanchéité à l'air et conséquences pour le carreleur.....	12
	Ecaillage et altération de surface des pierres calcaires.....	14
	Variations de teinte des joints des maçonneries de parement.....	15
	Les colles pour revêtements de sol textiles.....	16
	Ventilation double flux : fiabilité des rendements et autres données PEB.....	17
	Production centralisée d'ECS dans les immeubles à appartements : débits de pointe et dimensionnement.....	18
	Vos factures valent de l'or... pour vos clients également !.....	19
	Aspects acoustiques liés à la ventilation mécanique dans les habitations unifamiliales.....	20
	Le planning d'intervention.....	22



Des brevets pour encourager l'innovation

Encourager l'innovation et la créativité est crucial pour atteindre les performances requises dans notre économie de la connaissance. Comme annoncé par Jan Venstermans, directeur général du CSTC, à l'occasion du dernier Forum de la Construction, le Centre entend s'investir grandement sur le plan de l'innovation dans la construction. Ainsi, le CSTC n'ambitionne pas seulement de simplifier les processus existants qui favorisent l'innovation, mais aussi – et surtout – de remplir un rôle de catalyseur. En effet, le CSTC rassemble à la fois les connaissances dans le domaine et les leviers nécessaires au développement et à l'implémentation pratique de différents procédés et matériaux innovants.

A l'instar du secteur de la construction, notre groupe cible et les canaux d'innovation sont extrêmement variés. En effet, il ne s'agit pas uniquement de recherche et de développement, mais aussi de l'implémentation des technologies innovatrices, de l'expérience acquise sur chantier, des nouvelles réglementations et normes, des exigences de plus en plus strictes des clients entraînant l'évolution du secteur.

Les droits de propriété intellectuelle, comme les brevets, sont incontournables pour la stimulation de l'innovation, car ils protègent la valeur des inventions et les investissements qui en découlent. En outre, ces inventions donnent lieu à de nouveaux travaux de re-

cherche et de développement, et ce, grâce à la publication de l'information relative à ces brevets.

Par conséquent, les entreprises ont tout intérêt à utiliser les droits de propriété intellectuelle de manière optimale durant le développement et le lancement de leurs produits, services et processus. Dans ce cadre, le SPF 'Economie' a mis sur pied une série de Cellules Brevets afin de les sensibiliser sur le sujet et de répondre à leurs questions. Le CSTC assure cette tâche en ce qui concerne la construction.

Le service proposé par la Cellule Brevets est gratuit et apprécié unanimement par les entreprises qui l'ont sollicité. Alors, pourquoi s'en priver ?

Pour en savoir plus, n'hésitez pas à nous contacter !

Cellule Brevets CSTC
Lozenberg 7
1932 Sint-Stevens-Woluwe (Zaventem)
Tél. : 02/716.42.11
Fax : 02/725.32.12
E-mail : brevet@bbri.be



Géothermie peu profonde

Systèmes de pompes à chaleur

Nous distinguons les systèmes de pompes à chaleur ouverts et fermés. Dans le cas d'un système ouvert, l'eau souterraine est pompée d'une nappe phréatique, passe par la pompe à chaleur, et est réinjecté dans cette nappe. Ce système ne peut être appliqué qu'aux endroits où l'eau peut être extraite avec un débit suffisant (voir figure 1).

Un système fermé est constitué de plusieurs échangeurs de chaleur. Un mélange d'eau et de glycol parcourt une boucle de tuyau en PE qui emmagasine la chaleur du sol. L'énergie du sol est alors récupérée par la pompe à chaleur. Par ailleurs, il convient de distinguer les systèmes fermés horizontaux et verticaux :

- un système horizontal est constitué de boucles posées à plat à 1,20 m sous le niveau du sol. En raison de ses capacités limitées, ce système est plus approprié aux habitations (voir figure 2)
- un système vertical est réalisé à partir de trous forés dans le sol jusqu'à une profondeur moyenne de 100 m. Après avoir descendu les boucles dans les trous, ces derniers sont rebouchés. L'avantage de ce système est qu'il peut être appliqué n'importe où, quel que soit le sous-sol (voir figure 3).

Les services de l'environnement veillent à la qualité du sol et de l'eau souterraine. Les forages mal exécutés et les erreurs d'installation peuvent en effet engendrer une pollution de cette eau souterraine si précieuse. La présence éventuelle de zones de prise d'eau et la pose d'une couche d'argile servant à protéger les nappes phréatiques sont importantes pour l'obtention d'un permis. Pour les systèmes ouverts, l'obtention d'un permis dépend, en outre, de la quantité d'eau pompée.

La température au centre de la Terre s'élève à environ 5.000 °C. A proximité de la surface, la température change fortement en raison de l'influence du climat. En Belgique, il règne jusqu'à 18 m de profondeur une température d'équilibre de 10 à 12 °C. Au-delà, la température augmente de 2 à 3 °C tous les 100 m. Malgré ces basses températures, on trouve dans ces couches 'peu profondes' une masse d'énergie thermique en perpétuel renouvellement. Grâce à une pompe à chaleur, cette énergie peut être utilisée pour chauffer un bâtiment à la température souhaitée.

Afin de chauffer un bâtiment, la pompe à chaleur augmente la température de l'eau jusqu'à 30 à 50 °C, en fonction du système d'émission de chaleur. Pour refroidir un bâtiment, un échangeur de chaleur peut utiliser la fraîcheur du sol en combinaison avec un système de refroidissement, et ce tant avec les systèmes ouverts que fermés. Ce procédé s'appelle le refroidissement passif, car il ne consomme qu'un minimum d'énergie électrique. Si l'on souhaite refroidir le bâtiment plus intensivement, il convient d'inverser le fonctionnement de la pompe à chaleur et le refroidissement devient actif.

Le rendement de l'installation dépend de l'écart de température que la pompe à chaleur doit compenser. Plus la différence entre la source et le système d'émission est minime, plus le rendement est élevé et moins d'autres sources d'énergie sont sollicitées.

Cette différence de température peut être réduite en utilisant la fraîcheur créée dans le sol en hiver pour refroidir le bâtiment en été. Les systèmes d'émission à basse température, tels que les systèmes de chauffage par le sol et par les parois, fournissent un rendement nettement supérieur à celui des systèmes à haute température, tels que les radiateurs et les convecteurs. Les éléments en béton thermoactif occupent dès lors une position de choix. La rétention thermique du plancher en béton et la présence de conduites d'eau au sein du sol permettent de réchauffer à des températures très basses (24-30 °C) et de refroidir à des températures très élevées (14-20 °C).

Smart Geotherm

Bien que la géothermie peu profonde constitue une source d'énergie thermique durable et qu'elle peut répondre aux besoins des

bâtiments à consommation énergétique quasi nulle, elle est rarement appliquée en Belgique. Il ressort d'une étude que notre pays manque d'informations concernant la technologie, les possibilités d'application et la législation. Le projet Smart Geotherm tente de combler cette lacune en diffusant la connaissance sous la forme d'articles techniques, de codes de bonne pratique, de séminaires, ...

Une autre partie du projet est consacrée à la recherche de la combinaison optimale d'une énergie thermique (l'énergie solaire ou provenant du sol, par exemple) avec un système de stockage temporaire (dans le sol, dans des réservoirs tampons ou dans la structure du bâtiment). A cet égard, il va de soi que le confort thermique dans le bâtiment est un facteur crucial. L'aspect financier joue également un rôle important dans l'optimisation d'une installation géothermique.

Si, pour des raisons de stabilité, le bâtiment a été pourvu de fondations sur pieux, il est peut-être intéressant de munir ces derniers d'échangeurs de chaleur. On parle alors de pieux énergétiques. L'impact des variations de température sur le comportement mécanique de ce type de fondations est examiné rigoureusement dans le cadre du projet Smart Geotherm.



L. François, ir., chef de projet, laboratoire
Géotechnique et monitoring, CSTC





Le béton à ultra-hautes performances :

étude et applications en Belgique

Le CSTC et la VUB ont étudié les propriétés et les possibilités du béton à ultra-hautes performances (BUHP) et en ont conclu qu'il s'agit d'un matériau idéal pour la fabrication du béton précontraint, pour la réalisation d'éléments exigents en matière de durabilité et de durée de vie. Cet article présente brièvement quelques résultats intéressants obtenus lors de cette étude.

La résistance à la compression du béton à ultra-hautes performances peut dépasser 150 N/mm², soit trois à cinq fois celle d'un béton ordinaire. Par ailleurs, ce type de béton dispose d'une microstructure très dense et d'une faible porosité, ce qui lui permet de combiner des performances mécaniques extrêmes avec une durée de vie exceptionnelle.

Avantages du BUHP

Dans un premier temps, la résistance ultra-haute à la compression crée de nouvelles possibilités pour le béton précontraint : la portée peut être accrue, ce qui permet de réduire la hauteur utile des poutres (et de gagner ainsi de la place pour un étage supplémentaire dans les bâtiments élevés). La combinaison avec des teneurs élevées en fibres permet également de réaliser des plaques plus minces ainsi que des formes spéciales. Le BUHP peut également être utilisé pour la réalisation de ponts très élancés. En raison de sa durabilité élevée (voir tableau), ce type de béton se prête parfaitement aux travaux de génie civil, pour lesquels la durée de vie et l'entretien sont des paramètres importants.

Caractéristiques et étude actuelle

Le tableau ci-contre compare quelques résultats obtenus pour les BUHP développés et analysés au CSTC avec les caractéristiques moyennes d'un béton répondant à une classe de résistance C 30/37. Il en ressort notamment que les constructions réalisées à partir de BUHP bénéficieraient d'une durée de vie bien plus importante. L'interprétation des résultats d'essais de carbonatation nous indique, par exemple, que, si la durée de vie attendue pour un béton C 30/37 (avec un enrobage des armatures de 40 mm) est de 50 ans, celle d'un BUHP est supérieure à 200 ans.

Afin d'évaluer s'il est possible de produire

du BUHP à échelle industrielle, quelques études de cas ont également été réalisées. Ainsi, une série de poutres précontraintes de 8 m de longueur et un tuyau de fonçage de 1,6 m de diamètre ont été conçus. Ces éléments ont été fabriqués dans diverses usines à l'aide d'un équipement standard avant d'être testés en grandeur réelle au CSTC. Ces essais ont permis d'analyser l'effet combiné de diverses propriétés mécaniques et de le comparer avec les calculs réalisés selon l'Eurocode 2 (actuellement jusqu'à C 90/105). Une simple extrapolation de ces résultats de calculs a conduit à une sous-estimation (c'est-à-dire une approche sécuritaire) de la capacité de flexion des poutres. En adaptant légèrement les lois de comportement des matériaux dans l'Eurocode (module d'élasticité, retrait, fluage, ...) à l'aide de nos propres résultats d'essais sur les échantillons de BUHP, nous avons pu mieux estimer les performances des poutres.

Applications : et en Belgique ?

A l'heure actuelle, les principales réalisations dont nous avons connaissance se trouvent à l'étranger. La France est l'un des leaders dans le domaine, surtout en ce qui concerne l'application de BUHP brevetés (Ductal®, par exemple). La réalisation du nouveau dôme du stade Jean Bouin, à Paris, est un exemple de projet extraordinaire en cours. Quant à l'Allemagne, elle a encore quelques projets en préparation.

Comparaison des résultats d'essais des BUHP testés au CSTC avec les propriétés moyennes d'un béton de classe de résistance C 30/37

Caractéristiques		C 30/37	BUHP
Caractéristiques générales (valeurs moyennes après 28 jours)	Résistance à la compression [N/mm ²]	45	150
	Résistance à la compression après une cure thermique à 90 °C [N/mm ²]	-	200
	Résistance en traction [N/mm ²]	3	6
	Résistance en traction par flexion avec 1/2 % de fibres [N/mm ²]	7,5/-	15/25
	Module d'élasticité [N/mm ²]	33.000	47.000
	Retrait total après 1 an [mm/m]	± 0,65	± 0,65
Caractéristiques liées à la durabilité	Porosité à l'eau [vol. %]	14	6
	Perméabilité à l'oxygène [m ²]	10 ⁻¹⁵	10 ⁻¹⁸
	Coefficient de carbonatation à 1 % de CO ₂ [mm/vjours]	1,5	0,1
	Coefficient de diffusion des chlorures [m ² /s]	15 x 10 ⁻¹²	0,1 x 10 ⁻¹²
	Pertes de masse après 56 cycles de gel-dégel [kg/m ²] avec une solution de NaCl	Jusqu'à 2	0,1
	Déformation linéaire après 365 jours dans une solution sulfatée [%]	Jusqu'à 1	0

En raison des matières premières spécifiques et de la teneur élevée en ciment, le BUHP coûte jusqu'à trois fois plus cher qu'un béton C 30/37. Ce surcoût peut néanmoins être compensé par les excellentes performances fournies.

Bien que l'application d'un BUHP est pour l'instant entravée par le manque de recommandations relatives à sa conception, l'étude menée par le CSTC et la VUB peut aider les concepteurs et les entrepreneurs à étayer leurs projets. ■

N. Cauberg, ir., chef du laboratoire Structures, CSTC

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

B. Parmentier, ir., chef de la division Structures, CSTC

Evaluation des produits d'injection contre l'humidité ascensionnelle

L'humidité ascensionnelle est l'une des causes récurrentes de problèmes d'humidité dans les bâtiments anciens. Elle exige une intervention adaptée et n'est pas à confondre avec, par exemple, les problèmes de condensation, d'infiltration ou de simple pontage de la barrière anticapillaire par les enduits. Un diagnostic préalable est donc indispensable.

De nombreuses méthodes d'intervention contre l'humidité ascensionnelle ont été développées avec plus ou moins de succès au fil du temps. L'insertion d'une membrane souple ou rigide, le placement de tuyaux de ventilation et l'électro-osmose en sont quelques exemples. Actuellement, la technique la plus utilisée en Belgique consiste à injecter des produits hydrophobes dans les maçonneries. Des essais menés au CSTC et à l'étranger ainsi que le suivi de nombreux chantiers ont permis d'en démontrer l'efficacité et la polyvalence. Cette efficacité dépend cependant d'un diagnostic et d'une mise en œuvre corrects ainsi que du choix d'un produit adéquat.

Les contraintes environnementales croissantes et les gênes olfactives liées aux produits traditionnels ont incité les fabricants à remplacer les solvants de type *white spirit* par des équivalents désaromatisés et des solvants moins volatils dégageant moins d'odeurs. Des produits en phase aqueuse et des gels ou crèmes à haute concentration en matières actives ont également fait leur apparition sur le marché. Ces évolutions influencent les performances des traitements réalisés. Il est dès lors de plus en plus important de pouvoir étudier le comportement des différents produits proposés en milieu poreux et humide. Le CSTC a donc mis au point une procédure d'évaluation de l'efficacité potentielle des produits d'injection contre l'humidité ascensionnelle. Cette procédure a pour but d'aider les acteurs de terrain à comparer les différents produits présentés sur le marché et à effectuer leur choix en connaissance de cause. Elle est actuellement à la base du processus d'obtention d'un Agrément technique (ATG).

Evaluation de l'efficacité potentielle

L'efficacité hydrophobe et la migration potentielle des produits d'injection sont testées sur des éprouvettes en silicocalcaire. Ce matériau possède des caractéristiques relativement constantes et est représentatif de la structure porométrique d'un mortier

Classement des produits d'injection contre l'humidité ascensionnelle (depuis janvier 2013)

Classe	Efficacité obtenue lors de la procédure CSTC	Migration	Evaluation
A+	≥ 60 %	≥ 25 %	Hautement efficace
A	≥ 40 % et < 60 %		Très efficace
B	≥ 20 % et < 40 %		Efficace
C	< 20 %	< 25 %	Ne remplit pas les conditions

NB : les essais étant effectués sur la base de quantités de produit inférieures à celles utilisées sur chantier, une efficacité de 60 % à l'essai est considérée comme hautement efficace.

de construction. Dans une maçonnerie, les mouvements d'humidité capillaires ont généralement lieu à travers le mortier. Celui-ci doit donc être traité en priorité afin de bloquer les remontées capillaires.

Les trois éprouvettes testées sont préalablement humidifiées à l'aide d'une solution saline afin d'obtenir, en moyenne, des taux d'humidité respectifs de 5,2, 7,8 et 10,4 % en masse. La teneur en humidité et en sels influence non seulement la réaction, mais également la migration des produits à travers les pores du matériau.

Après conditionnement des éprouvettes, le produit est introduit dans un trou foré en leur centre. La quantité de produit est inférieure, mais proportionnelle à celle recommandée par le fabricant lors d'une application *in situ*. Cette condition de départ sévère permet de distinguer les produits testés.

L'efficacité des produits est évaluée en comparant l'absorption initiale des éprouvettes non traitées trempées dans l'eau avec l'absorption des éprouvettes traitées. En guise de contrôle, la migration du produit est évaluée par analyse d'image sur la tranche de l'éprouvette coupée en deux.

Classement des produits

Sur la base des résultats d'efficacité et de migration, les produits sont classés selon les critères indiqués dans le tableau ci-dessus.

Ce classement est répété pour chaque teneur en humidité initiale des éprouvettes, ce qui donne un score de trois lettres par produit.

La procédure vise à caractériser les produits de façon standardisée. Dans certains cas, les conditions de chantier sont telles qu'un produit moins bien classé à l'issue de la procédure offre néanmoins des résultats plus satisfaisants dans la pratique et vice-versa.

Si les résultats des essais offrent une indication objective de l'efficacité potentielle des produits d'injection, d'autres paramètres influenceront le choix de tel ou tel produit dans une situation concrète. Ainsi, il est conseillé d'éviter d'injecter des produits en phase solvant dans un bâtiment occupé (surtout s'il l'est par des enfants en bas âge ou d'autres personnes sensibles). D'autre part, lorsque la maçonnerie à injecter est très hétérogène, un produit sous forme de gel ou de crème est indiqué afin d'éviter de trop grosses pertes.

Conclusion

Les rapports d'essais disponibles auprès des fabricants ou via l'UBAtc doivent permettre aux professionnels du secteur de comparer différents produits d'injection. Une bonne connaissance des conditions du terrain est néanmoins indispensable. ■

S. Herinckx, ir., chercheur, Y. Vanhellemont, ir., chef de laboratoire adjoint, et M. de Bouw, dr. ir., chef de projet, laboratoire Rénovation, CSTC



Eviter les problèmes d'humidité dans les toitures à versants

Le risque de condensation interne dans les toitures à versants dépend en grande partie du choix de la sous-toiture et des performances de l'étanchéité à l'air et à la vapeur du complexe toiture. Ce thème a déjà été abordé dans l'Info-fiche 12 en 2004. A la suite d'une étude récemment menée, une nouvelle méthode de classification a été introduite pour les sous-toitures et l'étanchéité à l'air des toitures à versants isolées. Cette classification a pour conséquence que lorsque l'isolation d'une toiture à versants est envisagée, il faudra également veiller à ce que cette dernière soit étanche à l'air.

Historique

Jusqu'à présent, les seuls documents du CSTC fixant les bases pour la conception hygrothermique des toitures versants remontent aux années 70 et 80.

Une étude menée récemment en collaboration avec l'UGent a néanmoins conduit le CSTC à actualiser un tant soit peu cette méthode (en concertation avec le secteur par l'intermédiaire du CT Couvertures).

Les classes d'étanchéité à l'air pour les toitures à versants

Autrefois, on considérait souvent, de manière erronée, qu'il suffisait de prévoir une barrière d'étanchéité à l'air et à la vapeur pour garantir l'étanchéité à l'air de la toiture, oubliant ainsi que l'étanchéité recherchée est obtenue par la bonne finition des joints et des raccords. C'est l'une des raisons pour laquelle cette nouvelle méthode met un point d'honneur à ce que l'attention nécessaire soit accordée à l'obtention d'une barrière d'étanchéité à l'air et à la vapeur continue.

Afin de garantir que le choix d'une sous-toiture et d'une barrière d'étanchéité à l'air et à la vapeur a été réalisé en tenant suffisamment compte du degré réel d'étanchéité à l'air, une classification pragmatique comprenant trois niveaux d'étanchéité à l'air a été développée.

La classe L0, qui ne tient pas compte de l'étanchéité à l'air, n'est en principe plus admissible pour les bâtiments chauffés (étant donné le risque de dégâts qu'elle engendre).

La classe L1 permet d'atteindre un niveau d'étanchéité à l'air théorique en respectant certaines règles de base simples (voir version longue de cet article).

Choix du type d'étanchéité à l'air et à la vapeur pour les toitures à versants isolées en fonction du type de sous-toiture et du climat intérieur

Type de sous-toiture	Climat intérieur	Type d'étanchéité à l'air	Type d'étanchéité à la vapeur
S1 $0,05 \text{ m} < s_d \leq 0,5 \text{ m}$	CC1	L1 (règles de base)	E1 ($2 \text{ m} < s_d \leq 5 \text{ m}$)
	CC2	L1 (règles de base)	E1 ($2 \text{ m} < s_d \leq 5 \text{ m}$)
	CC3	L2 (essai de pressurisation)	E2 ($5 \text{ m} < s_d \leq 25 \text{ m}$)
	CC4 (*)	L2 (essai de pressurisation)	Etude exigée
S2 $s_d \leq 0,05 \text{ m}$	CC1	L1 (règles de base)	E1 ($2 \text{ m} < s_d \leq 5 \text{ m}$)
	CC2	L1 (règles de base)	E1 ($2 \text{ m} < s_d \leq 5 \text{ m}$)
	CC3	L1 (règles de base)	E1 ($2 \text{ m} < s_d \leq 5 \text{ m}$)
	CC4 (*)	L2 (essai de pressurisation)	Etude exigée

(*) Pour la classe de climat intérieur CC4, il est conseillé de placer la membrane d'étanchéité à l'air et à la vapeur sur un support continu (un panneau, par exemple).

La classe L2, enfin, peut être obtenue après un essai de pressurisation. Ce type d'essai a pour but de détecter les inévitables fuites et, le cas échéant, de les réparer. A terme, la maîtrise du processus d'exécution pourrait permettre d'éviter la réalisation systématique de cet essai.

Une méthode renouée permettant d'éviter les problèmes d'humidité

Il va sans dire que si l'étanchéité à l'air du complexe toiture est un paramètre des plus importants, il en est de même pour le choix de la sous-toiture. Pour ne pas nuire à la capacité de séchage de la toiture, il est recommandé de n'utiliser que des sous-toitures perméables à la vapeur, c'est-à-dire de type S1 ($s_{d, \text{sous-toiture}} \leq 0,5 \text{ m}$) ou de type S2 ($s_{d, \text{sous-toiture}} \leq 0,05 \text{ m}$). Les sous-toitures avec une valeur s_d supérieure à 0,5 m sont vivement déconseillées.

Pour éviter les problèmes d'humidité dus à la diffusion de vapeur d'eau à travers la toiture, il convient de veiller à ce que la résistance à la diffusion de vapeur des couches diminue de l'intérieur vers l'extérieur. Autre-

ment dit, les couches qui se trouvent du côté chaud de l'isolation doivent être suffisamment aptes à retenir la vapeur (c'est-à-dire faire fonction de pare-vapeur).

Le tableau ci-dessus permet de déterminer, sur la base du type de sous-toiture et du climat intérieur, le type d'étanchéité à l'air et à la vapeur à utiliser pour une toiture à versants isolée.

Conclusion

Cet article soulève un coin du voile concernant la nouvelle méthode permettant d'éviter les problèmes d'humidité dans les toitures à versants. La version longue abordera en détail le choix de la sous-toiture et des performances d'étanchéité à l'air et à la vapeur du complexe toiture.

F. Dobbels, ir.-arch., chef de projet, division Energie et bâtiment, CSTC

P. Steskens, dr. ir., chef de projet, laboratoire Caractéristiques énergétiques, CSTC

A. Janssens, dr. ir.-arch., UGent



Les possibilités de conception, de composition et les méthodes de construction des toitures plates sont nombreuses. Afin d'avoir un meilleur aperçu des solutions techniques préférables d'un point de vue environnemental, cet article traite de l'impact environnemental de certaines compositions de toitures plates courantes en Belgique en se basant sur des analyses du cycle de vie (ACV, ou LCA pour *Life Cycle Analysis*).

Impact environnemental des toitures plates

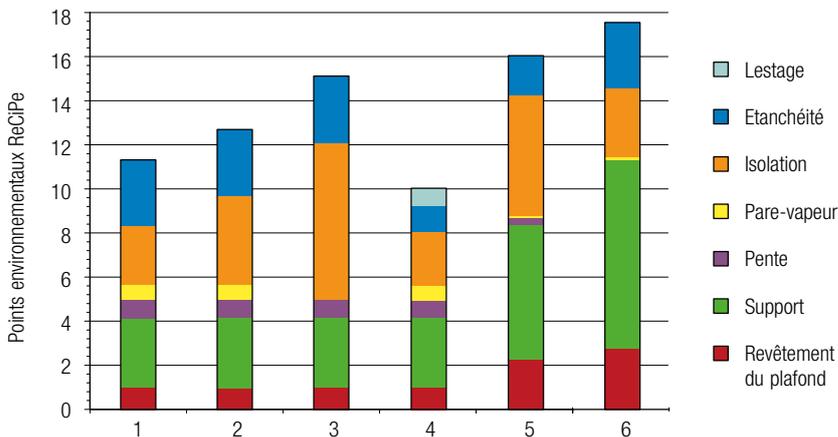
Organisation de l'étude

Une ACV permet de quantifier l'impact environnemental d'un produit, d'un élément de construction ou d'un bâtiment au cours des diverses phases de son cycle de vie : production, construction, utilisation et fin de vie (voir *Infocarte 64*). Cette ACV porte sur 1 m² d'une toiture plate non accessible ayant une portée de 6 m et une valeur U de 0,2 W/m²K. L'étude considère une durée de vie de 60 ans pour l'ensemble de la toiture avec un seul remplacement de l'étanchéité et des enduits intérieurs.

Comme référence, nous avons choisi une toiture plate chaude constituée d'une structure portante en béton, d'un pare-vapeur, d'une couche d'isolation PUR et d'une double couche de bitume polymère (voir **1** dans le graphique). Ensuite, d'autres solutions courantes avec différents types d'étanchéités (EPDM ou PVC), d'isolants (laine de roche, verre cellulaire ou EPS), de supports (bois ou acier) et/ou de revêtements de plafond (enduit au plâtre ou plaque de plâtre enrobée de carton sur une sous-structure en bois ou en métal) ont été analysées. Le type de pente (béton de pente ou lattes en bois) et de pare-vapeur (bitume ou feuille PE) et le mode de fixation de l'isolant et de l'étanchéité (soudé, collé, fixé mécaniquement ou libre avec lestage) sont adaptés en fonction des autres composants de la toiture. Cet article traite uniquement d'une sélection de six variantes sur les treize analysées.

Influence des éléments de la toiture

Les résultats de l'ACV indiquent au moyen de points ReCiPe (*) l'impact environnemental des diverses solutions étudiées (voir figure). Il en ressort que les différences sont généralement faibles. Ces résultats indiquent néanmoins que les toitures avec un plancher porteur en béton (sans couche de compression sur les hourdis, de **1** à **4**) ont un impact moins important que celles avec une structure por-



1. Béton, PUR (13 cm, colle), bitume (soudure)
2. Béton, laine de roche (19 cm, colle), bitume (soudure)
3. Béton, verre cellulaire (20 cm, bitume chaud), bitume (soudure)
4. Béton, PUR (13 cm, libre), EPDM (libre), lestage
5. Bois, PUR (13 cm, fixation méc.), EPDM (colle)
6. Acier, EPS (17 cm, fixation méc.), PVC (fixation méc.)

tante en bois (**5**) ou en acier (**6**). Cette différence est principalement due à l'impact plus important des éléments en acier ou en bois et du revêtement de plafond utilisé pour ces toitures (plaques de plâtre enrobées de carton sur une sous-structure en bois ou en métal au lieu d'un enduit à base de plâtre projeté). Logiquement, l'absence d'un revêtement de plafond réduit l'impact (-15 % pour les toitures en acier, par exemple). Concernant les solutions avec hourdis, une couche de compression augmente de 50 % l'impact de la structure portante en béton, réduisant ainsi l'écart entre les toitures en béton, en bois et en acier.

L'impact environnemental des toitures isolées à l'aide de PUR (**1**), de laine de roche (**2**) ou de verre cellulaire (**3**) n'est pas le même surtout en raison de différentes valeurs lambda et densités des isolants (ce qui mène à une quantité différente de matériau nécessaire par m²) et, éventuellement, du mode de fixation de l'isolant (le verre cellulaire dans un bitume chaud, par exemple).

L'impact environnemental global de la toiture plate est plus important avec des membranes d'étanchéité synthétiques collées (**5**) qu'avec des membranes à base de bitume polymère

soudées (**1, 2 et 3**). Toutefois, ceci est principalement dû au remplacement nécessaire de la couche d'isolation qui a été détériorée lors du remplacement des étanchéités de toiture collées (EPDM ou PVC). En revanche, en ce qui concerne l'étanchéité à base de bitume polymère, une nouvelle couche est simplement soudée au-dessus de l'étanchéité existante et l'isolant est conservé. Les systèmes de toiture posés en indépendance, mais lestés (**4**), les étanchéités fixées mécaniquement (**6**) ou des méthodes innovantes de mise en œuvre peuvent apporter une solution à ce problème.

Conclusion

Les ACV révèlent que le choix d'une composition de toiture spécifique et sa mise en œuvre peuvent avoir un impact sur le plan environnemental. Choisir un système de toiture en pose libre ou fixé mécaniquement, par exemple, permet d'éviter de devoir remplacer l'isolation en cas de rénovation d'une membrane d'étanchéité synthétique. Il faut donc utiliser les matériaux de façon rationnelle, toutefois sans faire de concession sur la qualité technique et fonctionnelle du bâtiment.

(*) La méthode ReCiPe permet de calculer l'impact sur 17 indicateurs environnementaux individuels. Plus les points sont élevés, plus l'impact est important.

A. Janssen, dr. sc., chef de projet, laboratoire Développement durable, CSTC

Comment obtenir un joint de vitrage performant ?

Ces dernières années, les ingénieurs de la division Avis techniques ont été consultés à plusieurs reprises au sujet de phénomènes de décollement et/ou de dégradation de joints de vitrage à base de mastic. L'examen de plusieurs cas a révélé que les causes pouvaient être multiples. Cet article fait le point sur les différents facteurs susceptibles de jouer un rôle dans ces phénomènes et propose des recommandations pour obtenir des joints de vitrage performants.

Les principaux paramètres susceptibles d'influencer le comportement du mastic de vitrage sont :

- le choix du mastic et la géométrie du joint
- les déformations relatives entre la menuiserie et le vitrage
- le soin apporté à la mise en œuvre et les conditions dans lesquelles cette dernière s'opère
- l'entretien du joint et des menuiseries.

Le choix du mastic

Le choix du type de mastic est essentiel. Afin d'être suffisamment durable, celui-ci doit présenter des caractéristiques physiques, chimiques et de durabilité adaptées à l'utilisation qui en est faite. Ces dernières sont définies par la norme NBN EN ISO 11600 ainsi que par les Spécifications techniques STS 56.1. Dans le cas de joints de vitrage, il est notamment recommandé de choisir un mastic présentant une résistance adaptée aux rayons ultraviolets (essai suivant la norme ISO 11431 ou les STS 56.1). En effet, le rayonnement UV peut agir à l'interface verre-mastic et provoquer un décollement de ce dernier. La différence entre les mastics à vitrage recommandés par la norme NBN EN ISO 11600 et les STS 56.1 réside dans le fait que ces dernières considèrent un essai de vieillissement à une exposition directe aux UV. L'aptitude à l'emploi des mastics en tant que joints de vitrage peut être démontrée par leur désignation. Lorsque le mastic dispose d'un agrément technique ATG, cette désignation y figure explicitement. Elle peut aussi être reprise dans la fiche technique du produit, mais ce n'est pas encore une obligation. Une norme 'produit' décrivant un marquage CE est en cours d'élaboration. Il y a donc lieu, selon nous, d'utiliser des mastics de classe ISO 11600 ou, mieux, STS 56.1 – G – 25 LM/HM.

Lorsque des dégradations, telles qu'un état poisseux du mastic, sont observées sur chantier, elles affectent le plus souvent des mastics de type 'MS polymère'. Ces derniers présentent en effet généralement une résis-

tance limitée à une exposition directe aux UV. Dans ce cas, les dégradations se manifestent dans ce cas prioritairement sur les parties des vitrages les plus ensoleillées, et ce, deux à quatre ans après leur mise en œuvre.

Il est donc primordial de vérifier dans la fiche technique ou, mieux, dans un agrément technique que l'appellation du produit correspond à l'utilisation qui en sera faite.

La géométrie du joint

La géométrie du joint de vitrage conditionnera en partie l'aptitude du joint à reprendre des mouvements. Or, ces derniers, bien que souvent limités, sont inévitables, compte tenu des sollicitations d'ordre thermique. La pose des vitrages doit se faire conformément aux recommandations de la [Note d'information technique n° 221](#). Les dimensions du cordon de mastic y sont définies par sa largeur et sa profondeur.

La largeur nominale des joints de vitrage doit être de 4 mm avec un minimum de 3 mm en tout point. La profondeur de ce joint doit être d'au moins 4 mm. Il faut également veiller à ce que le cordon de mastic soit appliqué sur un fond de joint adapté (mousse autoadhésive à cellules fermées, par exemple).

Les déformations relatives entre les menuiseries et les vitrages

Celles-ci doivent en effet être limitées afin de ne pas dépasser les performances d'adhérence des mastics et les possibilités de déformation des joints. Le problème se présente davantage avec les menuiseries en bois. Comme l'explique l'[Infofiche 61](#), il convient d'utiliser une essence suffisamment stable et de prévoir la mise en œuvre d'une finition suffisamment couvrante et correctement entretenue.

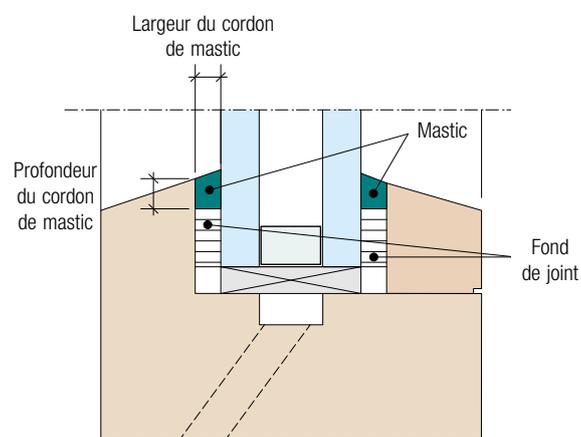
Le soin apporté à la mise en œuvre

Les conditions d'application et de durcissement du mastic conditionnent également le comportement de ce dernier. Il y a lieu de veiller aux éléments suivants :

- les surfaces sur lesquelles le mastic est appliqué doivent être sèches, propres et exemptes de substances susceptibles de nuire à l'adhérence (certains composés des bois peuvent provoquer des décollements. Pour certains produits, il sera recommandé d'appliquer un primer sur la surface d'application. Il convient donc de suivre les recommandations de mise en œuvre des fabricants concernés
- les conditions climatiques lors de l'application et du durcissement du mastic sont également importantes. Elles sont fonction de la nature du produit, mais on veillera généralement à ce que la température soit supérieure à 5 °C et inférieure à 25 °C (voire 35 °C pour certains produits).

Enfin, un entretien régulier du joint ainsi que de la menuiserie sont nécessaires. Pour plus de renseignements à ce sujet, veuillez consulter le [Guide de l'entretien pour des bâtiments durables](#) sur notre site Internet. ■

*L. Lassoie, ing., chef adjoint du département
Communication et gestion, CSTC*



Dimensions d'un cordon de mastic selon la NIT 221

Réduire le risque de propagation de l'incendie via les façades rideaux

La réglementation relative à la sécurité incendie en Belgique fixe, entre autres, des mesures visant à limiter ou à ralentir la propagation de l'incendie d'un compartiment à l'autre via les façades. Ces mesures sont reprises dans l'Arrêté royal du 7 juillet 1994 fixant les normes de base en matière de prévention contre l'incendie. La dernière modification de cette réglementation, en vigueur depuis le 1^{er} décembre 2012, s'est notamment adaptée aux habitudes constructives actuelles (façades rideaux ⁽¹⁾, façades à double paroi ventilée ⁽²⁾, ...) et comprend, dès lors, de nouvelles règles à ce propos. Le présent article traite uniquement du risque de propagation de l'incendie d'un étage à l'autre dans le cas des façades rideaux.

Le risque de propagation de l'incendie entre compartiments par la façade doit être limité, tant en ce qui concerne la propagation interne du feu entre la façade et les extrémités des planchers de compartiment qu'en ce qui concerne la propagation externe de l'incendie le long de la face extérieure de la façade.

Risque de propagation interne de l'incendie

En vue de limiter le risque de propagation interne de l'incendie, la jonction entre les planchers de compartiment et la façade doit présenter au moins la résistance au feu ⁽³⁾ des planchers de compartiment ⁽⁴⁾ (voir tableau ci-dessous).

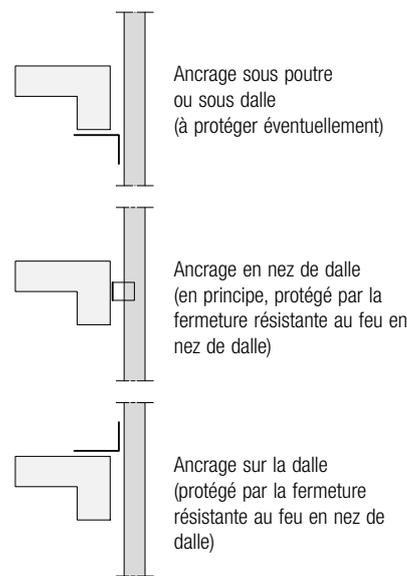
En outre, afin d'éviter que la façade ne s'effondre, il convient que les montants de l'ossature des façades rideaux soient fixés à la structure portante du bâtiment à chaque niveau. Ces ancrages de fixation doivent présenter une résistance au feu ou être protégés contre un incendie provoqué dans un compartiment inférieur. Le degré de résis-

tance au feu requis est de R60 pour les bâtiments bas et moyens et de R120 pour les bâtiments élevés ⁽⁵⁾. Au niveau de la position de ces ancrages de fixation, on retrouve les trois situations suivantes : ancrage sous le plancher, en nez de plancher ou sur le plancher (voir figure 1).

Dans le dernier cas, l'ancrage est protégé d'un incendie provoqué dans le compartiment inférieur par le plancher de compartiment et par le resserrage résistant au feu entre le plancher de compartiment et la façade. Il répond ainsi, sans autre protection, à l'exigence requise.

Risque de propagation externe de l'incendie

Pour les bâtiments bas, aucune prescription visant à limiter le risque de propagation externe de l'incendie n'est requise. La hauteur du bâtiment étant limitée (≤ 10 m), l'intervention des services d'incendie et l'évacuation des occupants sont facilitées. Par conséquent, l'autorité compétente a



1 | Schéma de principe de la position des ancrages de fixation de l'ossature

jugé que des mesures spécifiques ne se justifiaient pas.

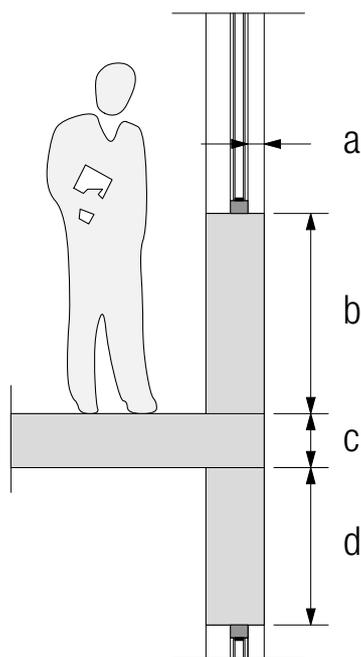
Pour les bâtiments moyens ou élevés, il convient de satisfaire à une des trois prescriptions suivantes en vue de limiter ce risque :

- élément de façade étanche au feu E 60 d'une longueur développée minimale au droit du plancher de compartiment. Plusieurs possibilités sont reprises dans l'Arrêté royal à ce propos. Le schéma de principe à la page suivante (figure 2) illustre une des possibilités de mise en œuvre de cet élément de façade étanche au feu E 60. La longueur développée (a + b + c + d) doit

A | Exigences requises pour la jonction entre le plancher de compartiment et la façade

Type de bâtiment	Exigence requise
Bâtiment bas	El 60, sauf si le joint linéaire a une largeur inférieure ou égale à 20 mm. Le cas échéant, ce joint linéaire doit être fermé, à l'aide d'un produit déformable étanche à l'air (mastic souple, par exemple), afin qu'aucune fumée froide ne puisse s'immiscer entre la façade et le plancher de compartiment.
Bâtiment moyen	El 60
Bâtiment élevé	El 120

(1) Les façades rideaux sont constituées d'une ossature (montants et traverses) et d'éléments de remplissage vitrés ou opaques montés sur celle-ci.
 (2) Les façades à double paroi ventilée sont des façades composées de deux parois (généralement vitrées) séparées par une cavité (aussi appelée couche aérée ou espace intermédiaire) et pouvant être ventilées de manière naturelle et/ou mécanique.
 (3) Résistance au feu EI avec E le critère d'étanchéité au feu et I le critère d'isolation thermique, conformément à la norme NBN EN 13501-2 ou -3.
 (4) Ces jonctions sont considérées comme le prolongement du plancher de compartiment et doivent donc satisfaire aux exigences de ce plancher de compartiment.
 (5) L'Arrêté royal ne spécifie pas clairement la durée de résistance au feu requise dans le cas des bâtiments moyens et élevés.



2 | Schéma de principe de l'élément de façade étanche au feu E 60 d'une longueur de minimum 1 m

être supérieure ou égale à 1 m

- façade étanche au feu E 30 sur toute la hauteur du bâtiment
- les compartiments situés le long de la façade sont équipés d'une installation de sprinkler automatique. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de prendre des mesures complémentaires vis-à-vis du risque de propagation de l'incendie par l'extérieur.

Exemples de solutions de conception et de mise en œuvre

Le CSTC, en collaboration avec le secteur, s'attèle à la rédaction d'une Note d'information technique sur le sujet. Outre des explications relatives aux exigences incendie et aux normes d'essais pour les façades à simple paroi (façades rideaux) et les façades à double paroi ventilée, des solutions de bonne mise en œuvre seront proposées en vue de satisfaire aux exigences susmentionnées. A titre d'exemple, l'obturation résistante au feu entre le nez du plancher de compartiment et l'élément étanche au feu

(*) Cette distance entre le nez de dalle et l'élément de façade étanche au feu est de maximum 100 mm. Sinon, des renforts complémentaires pourraient être nécessaires pour garantir la stabilité en cas d'incendie du système de façade.

pourrait, à défaut d'essai, être réalisée par (voir figure 3) :

- un remplissage en laine de roche, en panneau et/ou en vrac (3)
 - d'une hauteur minimale de 80 mm (pour les bâtiments bas et moyens) ou de 120 mm (pour les bâtiments élevés)
 - sur l'épaisseur complète entre le nez de dalle et l'élément étanche au feu (*), sans discontinuité et pressée fermement afin d'assurer la fermeture de tous les joints (aucune ouverture ne peut subsister)
- une tôle de maintien en acier par le dessous (5). L'objectif de cette tôle en acier est de maintenir en place l'isolation en laine de roche (3) malgré les déformations de l'élément de façade étanche au feu (1) en cours d'incendie. Celle-ci doit être :
 - d'une épaisseur de maximum 1 mm
 - fixée de part et d'autre de l'obturation (sur l'élément de façade étanche au feu (1) et sur le plancher de compartiment (4)) par des fixations en acier de section minimale 20 mm² (diamètre > 5 mm) enfoncée sur une profondeur de minimum 40 mm dans le

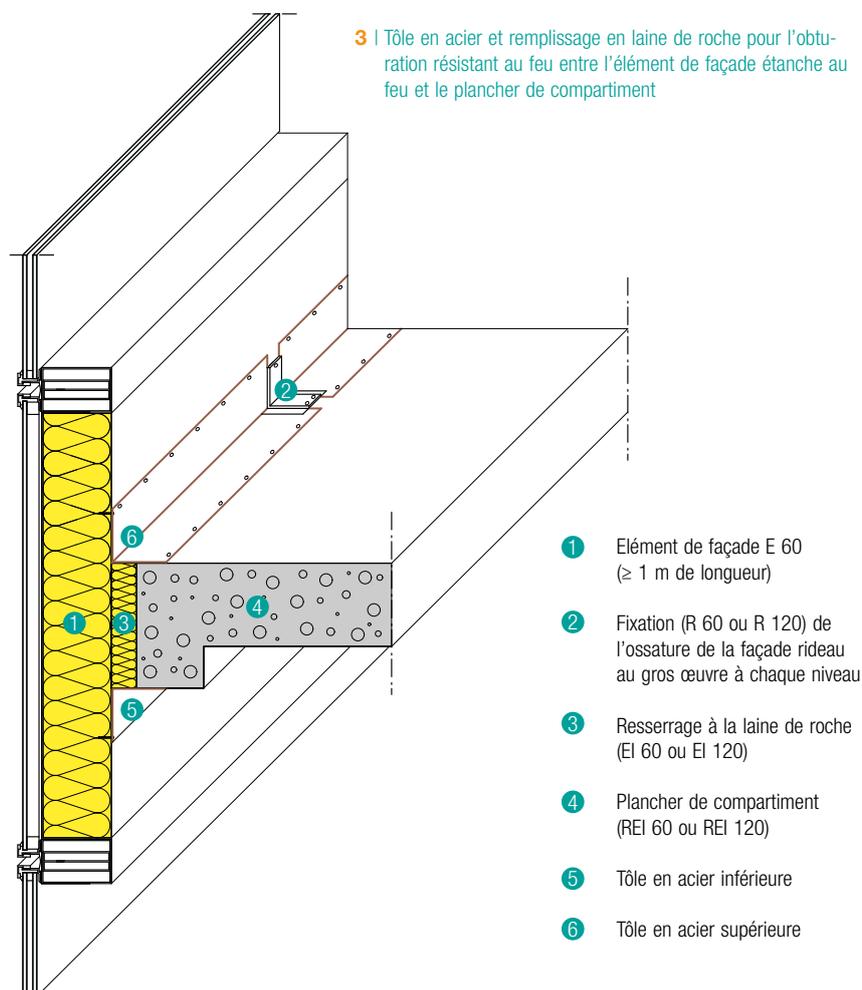
béton, distantes entre elles de maximum 200 mm, avec un recouvrement minimal de 100 mm entre les tôles

- une tôle en acier au-dessus (6) d'une épaisseur de maximum 1 mm fermant l'ouverture entre l'élément de façade étanche au feu (1) et le plancher de compartiment (4). Celle-ci permet de fixer de manière indépendante l'élément de façade étanche au feu au gros œuvre du bâtiment et de garantir l'étanchéité au feu de la jonction.

Par ailleurs, la fixation de l'ossature de la façade rideau est assurée par les ancrages ponctuels (2) placés sur le plancher de compartiment. Cet ancrage est protégé, contre un incendie dans le compartiment inférieur, par le plancher de compartiment et le resserrage (3) entre ce dernier et l'élément de façade étanche au feu. Il répond donc à l'exigence requise (R 60 ou R 120) sans protection complémentaire.

Y. Martin, ir., chef de la division Enveloppe du bâtiment et menuiserie, CSTC

3 | Tôle en acier et remplissage en laine de roche pour l'obturation résistante au feu entre l'élément de façade étanche au feu et le plancher de compartiment



- 1 Élément de façade E 60 (≥ 1 m de longueur)
- 2 Fixation (R 60 ou R 120) de l'ossature de la façade rideau au gros œuvre à chaque niveau
- 3 Resserrage à la laine de roche (EI 60 ou EI 120)
- 4 Plancher de compartiment (REI 60 ou REI 120)
- 5 Tôle en acier inférieure
- 6 Tôle en acier supérieure



De nos jours, on exige de plus en plus que les constructions soient étanches à l'air. Cet article décrit brièvement quelques détails de construction auxquels l'entrepreneur-carreleur doit prêter attention durant l'exécution des travaux afin de ne pas compromettre l'étanchéité à l'air du bâtiment.

Etanchéité à l'air

et conséquences pour le carreleur

Pour réaliser le bâtiment le plus étanche à l'air possible, il convient de réduire au maximum le nombre d'interstices et, par-là, les fuites d'air et les déperditions calorifiques, en entourant le volume protégé d'une couche étanche à l'air continue. Une conception optimale, une coordination bien adaptée et une réalisation soignée sont les éléments clés d'une mise en œuvre réussie. En d'autres termes, l'obtention du niveau d'étanchéité à l'air final dépend de chacun des intervenants.

1 Pourquoi construire étanche à l'air ?

Réaliser un bâtiment bénéficiant d'une meilleure étanchéité à l'air comporte d'importants avantages : cela permet non seulement d'effectuer des économies d'énergie et d'obtenir un confort de vie supérieur (absence de courants d'air), mais également de mieux maîtriser la qualité de l'air intérieur (à condition qu'un système de ventilation adéquat ait été installé). Pour de plus amples informations, veuillez consulter le [CSTC-Contact thématique n° 33 \(2012/1\)](#).

2 Conséquences pour le bâtiment dans l'ensemble

La réalisation d'un bâtiment étanche à l'air commence par une conception judicieuse et par le choix des matériaux appropriés afin d'assurer l'étanchéité à l'air du bâtiment et de garantir la continuité de tous les composants et de tous les raccords. Les matériaux fréquemment utilisés sont les membranes d'étanchéité à l'air et à la vapeur (dans les constructions à ossature en bois et dans les charpentes), les enduits et le béton.

Un emplacement bien pensé des installations techniques et une maîtrise des inévi-

tables percements de la barrière d'étanchéité à l'air sont des points indissociables de l'idée même de conception judicieuse. Une mise en œuvre soignée ainsi qu'une bonne coordination des diverses interventions ont également un impact important sur le résultat final, lequel peut être mesuré au moyen d'un test *blowerdoor*. Pour davantage d'informations concernant la réalisation de cet essai, nous vous renvoyons aux [Dossiers du CSTC 2012/1.11](#).

Dans tous les cas, il est recommandé d'effectuer ce test avant la pose du carrelage. En effet, à ce moment-là, toutes les parties de la barrière d'étanchéité à l'air sont encore accessibles pour d'éventuelles réparations locales.

3 Conséquences pour le carreleur en particulier

L'entrepreneur-carreleur n'arrive sur le chantier que lorsque la majeure partie des travaux a déjà été effectuée. Puisque celui-ci n'est responsable que du parachèvement final des parois et/ou des sols, il travaille sur des supports qui ont été conçus et exécutés par des tiers et il est en droit de supposer que ceux-ci conviendront à l'usage prévu, par exemple, sur le plan de la stabilité, de l'isolation, ...

Voici quelques recommandations relatives à la mise en œuvre d'un carrelage dans un bâtiment soumis à des exigences strictes en matière d'étanchéité à l'air :

- l'entrepreneur-carreleur doit être informé de la présence, de la nature et de l'emplacement dans le bâtiment des membranes d'étanchéité à l'air
- bien que le carrelage n'exerce, au fond, aucune influence sur le niveau d'étanchéité à l'air final, le carreleur doit veiller à ne pas aller à l'encontre des mesures prises par ses prédécesseurs.

Les exemples suivants de détails de construction relatifs aux carrelages illustrent quelques points d'attention concernant l'étanchéité à l'air du bâtiment.

3.1 Pose des plinthes

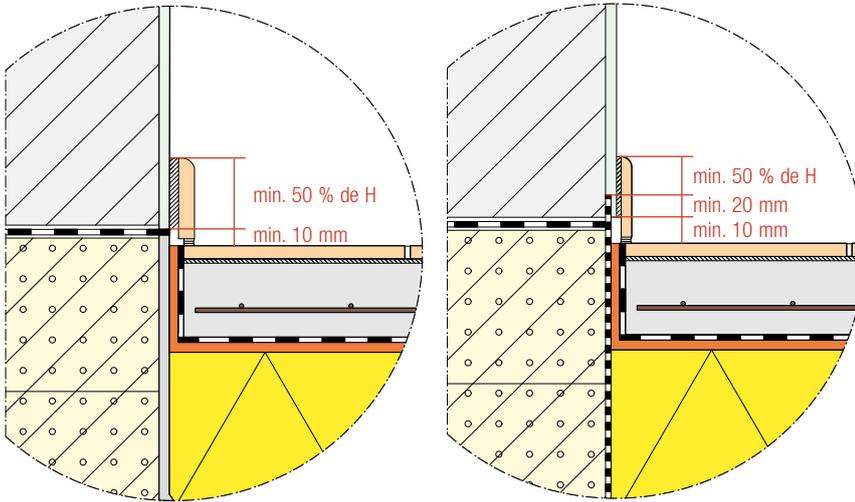
L'entrepreneur-carreleur doit avoir son attention attirée lorsque le donneur d'ordre a prescrit une mesure spécifique de continuité de l'étanchéité à l'air en pied de mur (1) et que le niveau inférieur de l'enduit intérieur (assurant le rôle d'étanchéité à l'air du mur) est situé au-dessus du niveau fini du carrelage (minimum 1 cm et maximum à mi-hauteur de la plinthe). Ce cas de plus en plus fréquent survient lorsqu'une barrière anticapillaire a été posée dans la maçonnerie (2) et/ou que le fabricant d'enduit ne garantit pas la durabilité de ce dernier au contact éventuel de l'eau (eau de nettoyage du carrelage, par exemple).

Premièrement, lorsque la mesure concerne l'usage d'un matériau d'étanchéité à l'air sensible aux déchirures/rayures (une membrane ou produit appliqué liquide en couche mince), l'entrepreneur-carreleur doit être extrêmement soigneux lors du découpage de la bande périphérique afin de ne pas endommager celle-ci (voir figure 2). Une mesure de précaution peut être d'insérer temporairement entre le matériau sensible et la bande périphérique un plat métallique assurant la butée contre laquelle l'extrémité de l'outil de découpe s'appuie. Rabattre la bande sur le carrelage afin que ce dernier agisse comme butée lors de la découpe est une autre solution, à condition que le carrelage ne soit pas sensible à la rayure.

Deuxièmement, lorsque l'étanchéité à l'air de la surface située sous la barrière anticapillaire est réalisée au moyen d'un enduit de pied de mur résistant à l'humidité (cimen-

(1) La pertinence des mesures et leur description seront abordées plus en détail dans un prochain article dédié aux plafonneurs.

(2) Voir [NIT 237 § 6.6.2](#). De plus, le concepteur veille généralement à ce que la barrière anticapillaire dépasse d'environ 2 cm la face intérieure de la maçonnerie afin qu'elle ne soit pas pontée par du mortier de maçonnerie et qu'elle constitue un arrêt de l'enduit intérieur. Cette prescription permet de limiter la présence 'erronée' de plafonnage sous le niveau de la barrière.

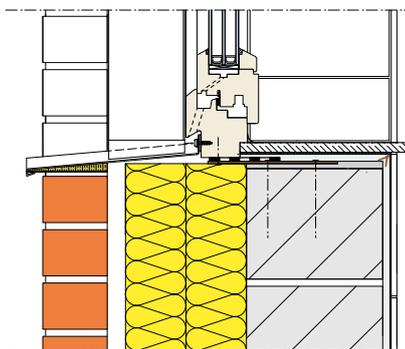


1 et 2 | Critères de pose des plinthes : étanchéité à l'air du pied de mur au moyen d'un enduit de pied de mur (à gauche) et au moyen d'une membrane (à droite) (H = hauteur de la plinthe)

tage étanche à l'air, par exemple) d'épaisseur non négligeable (voir figure 1), il peut résulter la nécessité d'une plinthe et/ou d'un joint de colle plus épais afin de recouvrir le bord du revêtement de sol. Il existe encore d'autres solutions (plinthe à talon, usage d'une baguette d'angle (profilé adéquat) caractérisée par une certaine souplesse pour raison acoustique, par exemple).

Finalement et dans tous les cas (voir figures 1 et 2), il est conseillé d'encoller au moins 50 % de la hauteur de la plinthe sur un support 'stable' (3) afin de prévenir les éventuels décollements et autres dégradations (les conséquences de chocs en partie inférieure de la plinthe, par exemple).

A cet égard, tant dans le cas d'une membrane incorporée dans l'enduit que dans le cas où ce dernier est appliqué sur une membrane collée au mur ou sur un produit appliqué liquide, le concepteur aura veillé à prescrire



3 | Coupe en élévation au droit de la baie

une limitation inférieure et supérieure de la longueur de chevauchement ou d'incorporation de la membrane (4). A défaut, la hauteur de plinthe nécessaire peut se révéler irréaliste et/ou inesthétique.

Notons encore que, dans certains cas, et notamment pour des raisons acoustiques, il est conseillé de prévoir un joint souple adapté entre la plinthe et le carrelage de sol.

3.2 Pose de la tablette de fenêtre et du carrelage de l'encadrement

L'entrepreneur-carreleur doit avoir son attention attirée lorsque le donneur d'ordre a prescrit une mesure spécifique de continuité de l'étanchéité à l'air au moyen d'une membrane (incorporée dans l'enduit ou support de ce dernier) au droit du raccord avec la menuiserie (1)(2) (voir figures 3 et 4).

Dans ce cas, les tablettes de fenêtres sont posées après la mise en œuvre de l'enduit intérieur. Il est déconseillé de les encastrer latéralement étant donné le risque de rompre la continuité de l'étanchéité à l'air (découpe de l'enduit, risque de percement de la membrane d'étanchéité). Les exigences relatives aux supports à carreler, comme les écarts admissibles, sont décrites dans les NIT 227 et 237; la pose des tablettes peut d'ailleurs être réalisée selon les techniques qui y sont décrites.

Rappelons qu'en cas de collage par plots, il est conseillé de placer la tablette sous le

châssis de la fenêtre ou dans l'encoche prévue à cet égard dans le cadre dormant du châssis afin de limiter le risque de décollement et de basculement de la tablette en cas de sollicitation. La jonction entre la tablette de fenêtre et le châssis peut être parachevée au moyen d'un joint souple.

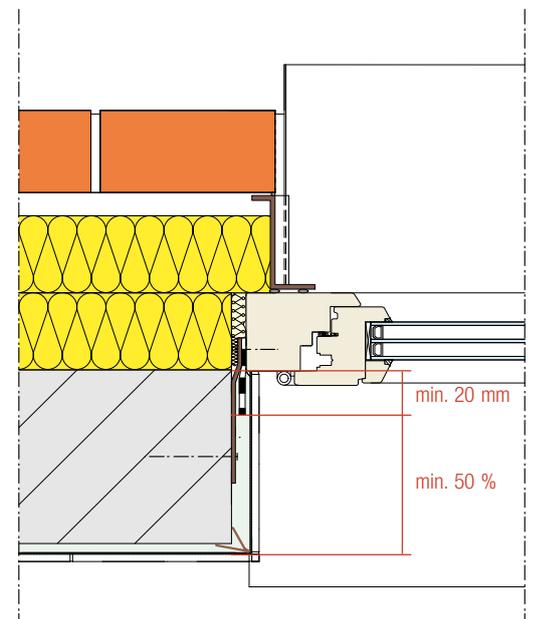
Lorsqu'il est prescrit de carreler l'encadrement de la baie, la distance prévue entre les charnières de l'ouvrant de la fenêtre et l'enduit doit être suffisante pour permettre la pose du carrelage. Si ce n'est pas le cas, le carreleur informera le donneur d'ordre qui décidera des éventuelles mesures à prendre. Ces mesures ne pourront pas consister au décapage, même superficiel, de l'enduit au risque de dégrader la membrane d'étanchéité à l'air.

Enfin, et comme dans le cas de la pose de la plinthe (voir § 3.1), il est conseillé d'encoller, au moyen d'une colle adaptée, au moins 50 % de la longueur du carrelage (voir figures 3 et 4) sur un support 'stable' (3)(4). ■

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

C. Mees, ir., chef de projet, division Energie et bâtiment, CSTC

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



4 | Coupe en plan au droit de la baie (L = longueur du carrelage posé en partie sur la zone non 'stable' (3))

(3) Dans l'état actuel des connaissances, la zone d'enduit appliqué sur ou incorporant une membrane n'est pas considérée 'stable'.

(4) Nous conseillons actuellement que cette longueur soit de l'ordre de 3 à maximum 5 cm et en aucun cas inférieure à 2 cm. A titre d'exemples extrêmes : (1) Une longueur de 5 cm requiert une plinthe de minimum 14 cm de hauteur (irréaliste) si la barrière anticapillaire est posée 2 cm au-dessus du niveau du carrelage fini.

(2) La longueur minimale préconisée (2 cm) requiert une plinthe de minimum 6 ou 8 cm de hauteur si la barrière anticapillaire est posée respectivement 1 ou 2 cm au-dessus du niveau fini du carrelage. Ces exemples montrent l'importance de la position de la barrière anticapillaire quand elle a été prescrite par le concepteur.

(5) Précisons que les choix des matériaux et détails au droit des baies dépendent également de l'environnement sonore. Ces choix ne sont pas du ressort du carreleur.

La pierre naturelle connaît un intérêt croissant de la part des maîtres d'ouvrage. Cette évolution est notamment due à l'offre de plus en plus variée et à la multitude d'applications proposées. Néanmoins, certaines de ces applications parfois associées à un éclairage rasant semblent engendrer une augmentation des plaintes liées à l'écaillage de surface, surtout dans le cas de pierres calcaires avec une finition adoucie ou polie. Cet article fait le point sur ces phénomènes d'altération de surface tout en réactualisant l'article paru en 1993 au sujet des revêtements de sol en pierre calcaire organoclastique (*).

Ecaillage et altération de surface des pierres calcaires

L'appellation 'calcaires organoclastiques' regroupe les pierres calcaires sédimentaires de couleurs variées et composées de fragments d'organismes fossiles diversifiés (crinoïdes, foraminifères, brachiopodes, ...) dont la présence influence directement l'aspect final de la pierre. Des exemples connus en sont le marbre du Jura et la pierre bleue de Belgique, mais nous pouvons aussi mentionner des pierres d'utilisation plus récente comme l'Azul Cascaïe, l'Azul Valverde, la Dolomit bleue ou verte, la Cenia bleue, la Nero Marquina, ...

Les mécanismes de dégradation et les désordres qui s'en suivent sont liés à la présence d'humidité, dont une quantité très faible peut parfois suffire à altérer les pierres les plus sensibles. L'humidification du revêtement, provenant de la pose ou de l'entretien par exemple, peut provoquer une transformation chimique de certains minéraux appelés minéraux accessoires (car souvent présents en faible quantité dans ces pierres calcaires). Certains de ces minéraux accessoires ou 'impuretés' sont plus particulièrement concentrés dans les débris coquilliers des roches organoclastiques, mais aussi dans des joints stylolithiques, joints reconnaissables par des lignes zigzagantes sur les faces débitées perpendiculairement à la stratification. Ces joints sont le résultat d'une dissolution par pression au cours de laquelle la roche enfouie à grande profondeur a été dissoute et le résidu insoluble a subsisté.

L'eau présente va permettre une oxydation de ces impuretés (généralement des sels de fer). Celles-ci peuvent engendrer un tachage de type I (taches de rouille) en milieu acide (voir [CSTC-Magazine, printemps 1997](#)) ainsi que la formation de gypse en milieu calcaire (ba-

siq) suivant le mécanisme suivant : $2FeS_2 + 2H_2O + 7O_2 \rightarrow 2FeSO_4 + 4H^+ + 2SO_4^{2-}$.

Associé ensuite à une réaction entre le produit acide H^+ et la calcite $CaCO_3$ des roches calcaires, les ions calcium sont libérés : $CaCO_3 + H^+ \rightarrow Ca^{2+} + HCO_3^-$.

Ceux-ci se combinent ensuite en présence d'eau pour former le gypse $CaSO_4 \cdot 2H_2O$: $Ca^{2+} + SO_4^{2-} + 2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O$.

Cette dernière transformation s'accompagne d'une expansion volumétrique qui engendre une tension interne au sein du matériau. Elle provoque dès lors une microfissuration et, *in fine*, un écaillage.

Quatre stades d'altération sont le plus souvent identifiés :

- l'apparition de zones mates, probablement liée à la libération des ions calcium et le début de la formation de gypse sans lieu de concentration privilégié
- la formation d'une poudre blanchâtre s'éliminant facilement au nettoyage et qui s'expliquerait par la formation de gypse en surface, migrant probablement par les pores de la pierre ou affleurant au droit des joints stylolithiques si la pierre est débitée à passe (le Bronzetto, par exemple)
- l'apparition de légers soulèvements à la surface du carreau sous l'effet de l'expansion volumétrique si les impuretés se localisent au niveau des débris de coquilles ou des joints stylolithiques. Ce phénomène est davantage visible s'il est observé en lumière rasante et dans le cas de finitions adoucies ou polies
- l'intensification du phénomène d'écaillage et élimination de ces écailles par les nettoyages successifs du sol qui aboutit finalement à une pierre écaillée (voir figure ci-dessus).

L'eau est donc le principal vecteur de dégradation. Le transfert d'eau est accéléré par les microfissurations présentes, la (micro) porosité ou certains passages préférentiels tels que les joints stylolithiques. Notons que la variation en contenu fossilifère peut faire varier cette sensibilité à l'écaillage.

Pour minimiser le risque d'écaillage et d'altération de surface des pierres naturelles, il y aura donc lieu de limiter au maximum l'apport en eau :

- en évitant l'emploi de certaines pierres connues pour leur grande sensibilité à l'humidité dans les applications extérieures, dans les salles d'eau ou comme plan de travail dans une cuisine
- en respectant les règles habituellement requises pour la mise en œuvre en sol intérieur, telles que la pose d'une membrane d'étanchéité sous la chape, par exemple, le respect du délai minimum de séchage de celle-ci et l'utilisation de mortiers-colles prévus pour cet usage
- en évitant de prévoir, sur le revêtement, des protections qui ralentiraient son séchage, ou encore de réaliser une hydrofugation de surface (exemple des douches)
- en nettoyant la pierre avec un minimum d'eau.

Il n'est toutefois pas toujours aisé de se rendre compte visuellement de la présence des stylolithes et des débris de coquilles parfois microscopiques. En ce qui concerne les pierres naturelles connues pour cette sensibilité à l'écaillage, la [Note d'information technique n° 228](#) précise les spécificités d'usage dans la fiche technique. ■

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

(*) Cet article concerne donc uniquement ce type de roche, qui connaît les dégradations les plus nombreuses et, souvent, les plus spectaculaires. Il n'aborde donc pas l'écaillage des gneiss et le dépolissage des granits, qui a fait l'objet d'une publication spécifique en 1997 (voir [CSTC-Magazine, été 1997](#)).



43 % des questions adressées à la division Avis techniques concernant la réception des joints des maçonneries de parement ont trait à l'évaluation de l'aspect du jointoiment. Cette problématique, qui touche autant les joints dosés *in situ* que prédosés, a déjà été abordée dans l'Infoche 25, dans Les Dossiers du CSTC 2010/1.10, ainsi que dans la NIT 208. Cet article apporte quelques nuances ainsi qu'un complément d'informations à la littérature existante.

Les variations de teinte sont dues à divers facteurs. Cet article traite en détail des causes principales, à savoir :

- les légères variations qui étaient déjà présentes dans les constituants du mortier de jointoiment (les irrégularités de teinte du sable et du liant utilisés, par exemple)
- les petites différences dans la composition du mortier, ce qui est difficile à éviter si le mortier est dosé sur chantier
- les modifications des conditions climatiques pendant la mise en œuvre ou lors du séchage
- des différences dans la structure et le profilage des joints.

S'il s'agit d'un mortier prédosé à partir d'un même lot de fabrication, il est possible de contrôler les deux premiers facteurs. Il va de soi qu'il faut toujours respecter la quantité d'eau de gâchage recommandée. Il se peut toutefois que, même avec un mortier de jointoiment prédosé, des variations de teinte surviennent en raison d'une modification des conditions climatiques au moment de l'exécution des travaux et à une structure ou un profilage différents.

Les éventuelles variations de teinte seront plus visibles lorsque les joints sont foncés et lorsque leur couleur doit se rapprocher le plus possible de celle de la maçonnerie. Ainsi, les variations seront moins flagrantes avec une maçonnerie rouge (nuancée) traditionnelle et un mortier de jointoiment gris qu'avec une maçonnerie et un joint ton sur ton. Par souci d'exhaustivité, nous tenons

Variations de teinte des joints des maçonneries de parement



à signaler que la technique de jointoiment peut également avoir un impact. En effet, le risque d'obtenir des variations de teinte est plus important avec la technique de jointoiment dite 'en montant'.

Compte tenu de la multiplicité des facteurs d'influence, qui sont, par ailleurs, souvent difficiles à maîtriser, l'absence de variations n'est jamais entièrement garantie. Signalons également que l'apparition d'efflorescences peut également nuire à l'aspect du jointoiment, *a fortiori* si les joints et la maçonnerie sont de teinte foncée.

Causes potentielles

Les paramètres étant nombreux, il est difficile de déterminer l'influence d'un facteur particulier. Les recherches en laboratoire ne permettront donc pas toujours de tirer des conclusions avec certitude. Ainsi, une modification du taux d'humidité relative de l'air extérieur au moment de la mise en œuvre des joints ou lors de leur séchage peut entraîner une modification de l'aspect.

Une analyse pétrographique comparative du mortier de jointoiment peut néanmoins permettre de déterminer la nature, la taille et la répartition des granulats, la porosité, la carbonatation du liant, ... Les figures ci-contre illustrent les résultats d'une analyse pétrographique. Il en ressort que la variation de teinte observée est due à :

- une différence de porosité au droit de la surface (flèche bleue) : dans l'échantillon 2, les grains de sable (A) sont entièrement recouverts d'une couche de ciment (C) tandis que, dans l'échantillon 1, ce recouvrement est plus local
- à une différence de structure de la surface.

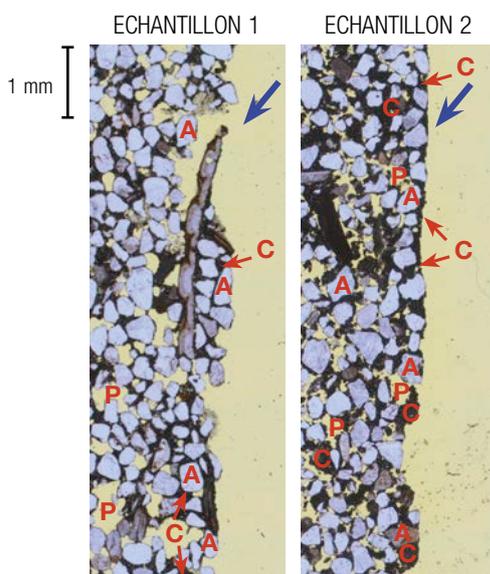
Evaluation

L'évaluation de l'aspect des joints n'a lieu, en principe, que deux mois après la mise en œuvre. Le contrôle est effectué à l'œil nu sous un éclairage naturel et à une distance de 3 m. En cas de désaccord, il est possible d'effectuer un contrôle objectif à l'aide d'un colorimètre. A défaut de règles précises permettant d'évaluer les variations de teinte des joints, la NIT 208 renvoie aux prescriptions applicables aux variations de teinte des panneaux de façade en béton architectonique (voir l'article 'Façades en béton architectonique' paru dans CSTC-Magazine, automne 1994). Si les variations de teinte dans les joints donnent lieu à la formation de bandes sur la face visible, une valeur ΔE de 5 unités est tolérée, sur la base de six mesures réalisées sur la surface à contrôler. En revanche, si les variations de teinte apparaissent de manière irrégulière sur la façade, une valeur ΔE de 10 unités est admise.

Recommandations

Afin d'obtenir l'aspect le plus uniforme possible, il est recommandé de prêter suffisamment attention à la composition du mortier lorsque celui-ci est dosé sur chantier. Si celui-ci est prédosé, il convient d'utiliser des mélanges provenant d'un même lot (pour lequel les composants sont issus, eux aussi, d'un même lot). Par ailleurs, il vaut mieux toujours respecter les recommandations du fabricant, notamment en ce qui concerne la quantité d'eau à ajouter. Enfin, il est préférable d'effectuer, par façade, les travaux de jointoyage en une seule fois.

S. Eeckhout, ing., conseiller principal,
division Avis techniques, CSTC



Les colles pour revêtements de sol textiles

En attendant la publication de la prochaine Note d'information technique concernant la pose des revêtements de sol textiles, cet article fournit déjà quelques informations quant aux différents types de collages pouvant être considérés. Le type de colle utilisé est toujours une colle en dispersion à faible émission (dotée du label Emissioncode, par exemple).

Type de collage et mode d'application

Les colles en dispersion peuvent être appliquées par encollage simple ou double. Le type de collage des revêtements de sol détermine le mode d'application de la colle et le temps d'attente à respecter (voir tableau ci-dessous). Nous distinguons les types de collage suivants :

- le collage humide, pour lequel la colle est appliquée sur le support uniquement et doit avoir une teneur encore importante en constituants volatils au moment de la mise en contact. Le temps d'attente est alors inexistant ou de très courte durée. Ce type de collage est fréquemment utilisé pour les revêtements de sol textiles en lés
- le collage semi-humide, pour lequel il faut respecter un temps d'attente plus court que le temps ouvert
- le collage presque sec, pour lequel le temps d'attente est presque égal au temps ouvert. L'encollage est simple. Ce type de collage est spécifique aux tapis en dalles
- le collage de contact, qui est similaire au collage presque sec, à la différence que l'encollage est double. Ce collage est particulièrement approprié aux applications pour lesquelles le revêtement de sol subira de très nombreuses contraintes (pour les escaliers, par exemple).

Choix du collage

Il convient toujours de vérifier si le type de collage envisagé est approprié au revêtement de sol à placer. Ce choix est fonction de :

- la nature et la capacité d'absorption du support
- la nature, la perméabilité à la vapeur et la capacité d'absorption du revêtement de sol
- l'application envisagée pour ce revêtement (collage permanent ou non).

Dans le cas d'un collage permanent (le plus souvent pour un revêtement de sol textile en lés), le revêtement est posé avec un collage humide au moyen d'une colle en dispersion. Ce collage peut aussi bien être réalisé sur des supports absorbants que non absorbants, à condition que le revêtement de sol textile n'empêche pas l'évaporation des résidus volatils de la colle.

Si l'on souhaite toutefois poser un revêtement de sol dont le dossier est étanche à la vapeur sur un support non absorbant (un sol en béton poli ou en métal, par exemple), il convient d'opter pour un collage semi-humide ou presque sec avec une colle en dispersion liée au ciment. Si le dossier est en PVC ou en caoutchouc, il est également possible d'utiliser des colles en dispersion



développées spécialement pour ces types de matériaux. Dans ce cas, le revêtement doit être posé avec un collage de contact.

Les dalles de tapis sont posées sur le support avec un collage presque sec à l'aide d'une colle repositionnable, également appelée 'colle pick-up'. Ce type de colle contient un liant en dispersion et se caractérise par une dépose aisée, ce qui permet, éventuellement, de réutiliser le revêtement de sol.

Lorsqu'un collage provisoire est exigé (s'il s'agit de rénovations ou de locations, par exemple), une colle en dispersion spécifique peut être utilisée (on l'appelle souvent 'colle pelable'). Le type de collage dépend alors du support. Tandis qu'un collage humide est possible avec un support absorbant, un support non absorbant (un dalle en béton, par exemple) requiert toujours un collage de contact. Contrairement aux colles repositionnables, les colles pelables perdent toute force adhésive après séchage. ■

Aperçu des types de collage pour les revêtements de sol textiles

Type de collage	Mode d'application	Temps d'attente indicatif
Collage humide	Simple encollage à la spatule	Pas de temps d'attente ou maximum 10 min.
Collage semi-humide	Simple encollage à la spatule	Temps d'attente plus long (10 à 20 min.)
Collage presque sec	Simple encollage à la spatule	Attendre que la colle soit presque sèche (± 30 min.)
Collage de contact	Double encollage à la spatule, au rouleau ou à la brosse sur l'envers du revêtement et à la spatule ou au rouleau sur le support	Temps d'attente > 30 min.

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

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

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



Ventilation double flux : fiabilité des rendements et autres données PEB

L'efficacité d'un système de ventilation avec récupération de chaleur (systèmes double flux, c'est-à-dire de type D, uniquement) dépend notamment du rendement de récupération de chaleur du groupe de ventilation lui-même et de l'équilibre des débits totaux d'alimentation et d'évacuation. Le rendement de récupération de chaleur du groupe indique quelle proportion de chaleur peut être prélevée dans l'air rejeté pour préchauffer l'air fourni. Il s'agit d'une information fournie par le fabricant. Pour pouvoir le valoriser dans la PEB, ce rendement doit être déterminé au moyen d'un essai réalisé en laboratoire sur le groupe complet selon les conditions prescrites dans la PEB (basées sur la norme NBN EN 308).

Malheureusement, il n'est pas toujours facile d'obtenir, avec suffisamment de fiabilité, un rendement conforme à ces règles PEB. Certains produits sont parfois testés selon les normes nationales d'autres pays qui diffèrent de la norme européenne EN 308. Enfin, l'origine des données ou la disponibilité d'un rapport d'essai conforme ne sont pas toujours garanties...

Bases de données PEB

Heureusement, pour améliorer la fiabilité des informations relatives au produit nécessaires dans le calcul PEB, nos trois Régions ont développé ensemble une base de données complétée et utilisée sur base volontaire. Les fabricants qui le souhaitent peuvent demander la reconnaissance de leurs données produit et, après un contrôle approfondi par un organisme de contrôle indépendant, celles-ci sont publiées sur www.epbd.be. Ce contrôle indépendant assure la fiabilité des données publiées. Les personnes responsables du calcul PEB, les architectes, les maîtres d'ouvrage, mais évidemment aussi les installateurs peuvent donc les utiliser en toute confiance. Ce système existe d'ailleurs également pour d'autres caractéristiques que le rendement

(voir tableau) et pour plusieurs autres catégories de produits : ventilateurs, grilles de ventilation naturelle, matériaux d'isolation, protections solaires, ...

La plupart des rendements ainsi publiés dans la base de données se situent entre 70 et 90 %. Un rendement est toujours associé à un débit d'essai avec, éventuellement, plusieurs valeurs de rendement pour différents débits d'essai. En général, le rendement de récupération de chaleur d'un même groupe de ventilation diminue légèrement lorsque le débit augmente. Mais attention : dans le calcul PEB, il faut utiliser un rendement avec un débit d'essai égal ou supérieur au débit total exigé pour ce projet. Ainsi, si le total des débits minimum exigés pour l'alimentation est de 330 m³/h, par exemple, et si le total des débits minimum exigés pour l'évacuation est de 225 m³/h, il faudra utiliser un rendement avec un débit d'essai égal ou supérieur à 330 m³/h (voir tableau et figure).

Autres critères pour le choix d'un groupe de ventilation

Cette base de données mentionne encore d'autres caractéristiques pour les groupes de ventilation dans le but de diminuer le niveau E ou E_w (voir [Infofiche 42.3](#)). Ainsi, la consommation électrique des ventilateurs est importante également. Il est préférable d'opter pour des moteurs DC (à courant continu) plutôt qu'AC (à courant alternatif) et/ou pour des ventilateurs caractérisés par une faible puissance maximale.

Récupérer la chaleur est un moyen efficace pour limiter l'impact énergétique de la ventilation. Disposer d'une valeur de rendement suffisamment fiable est particulièrement important, tant pour le choix d'un groupe de ventilation lors de la conception que pour le calcul du niveau E_w (en Wallonie) ou E (à Bruxelles et en Flandre) dans le cadre de la réglementation PEB.

Ensuite, la régulation automatique des débits permet d'assurer un équilibre des débits totaux d'alimentation et d'évacuation pour maintenir une récupération de chaleur maximale, même lorsque la différence de pression varie (encrassement des filtres, ...).

Enfin, la présence d'un *by-pass*, de préférence complet, permet de désactiver la récupération de chaleur et de profiter d'un air extérieur plus frais (lors des nuits estivales, par exemple).

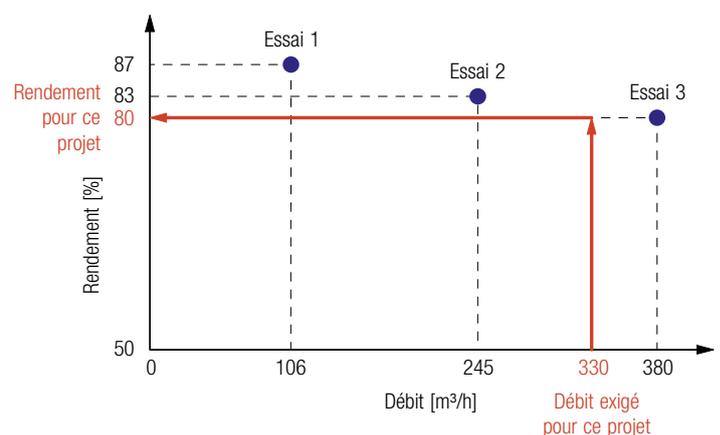
Gardons évidemment à l'esprit que le choix d'un groupe de ventilation doit se faire en tenant compte de bien d'autres critères que ses caractéristiques énergétiques : filtration, performances acoustiques, durabilité, prix, ...

Pour les caractéristiques énergétiques, et pour elles uniquement, cette base de données constitue un moyen utile pour assurer leur fiabilité.

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

Exemple de données PEB disponibles sur www.epbd.be

Type de moteur	DC		
Puissance maximale	2 x 110 W (deux ventilateurs)		
Rendement...	87 %	83 %	80 %
... à un débit (m ³ /h) ≤ à...	106	245	380
Régulation automatique	Non		
Type de <i>by-pass</i>	By-pass complet		



Depuis le précédent article traitant de la consommation totale d'eau froide (voir Les Dossiers du CSTC 2012/3.13), nous nous sommes concentrés sur la mesure des débits de pointe concernant plus spécifiquement l'eau chaude sanitaire (ECS) qui, en plus d'être importante pour le dimensionnement des conduites d'ECS, l'est également pour celui de la production instantanée d'ECS.

Production centralisée d'ECS dans les immeubles à appartements : débits de pointe et dimensionnement

Méthodologie

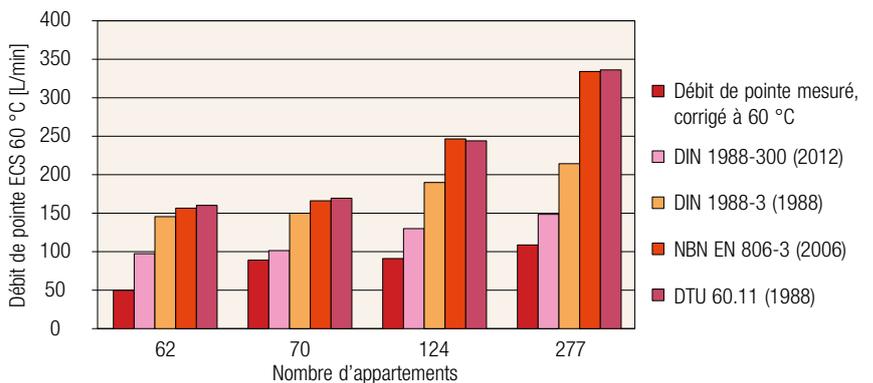
Les débits d'ECS ont été mesurés à l'aide de sondes à ultrasons. Les températures de l'eau froide et de l'eau chaude ont été enregistrées à l'aide de thermocouples placés sur les conduites. Les débits et les températures ont été relevés toutes les secondes sur une période d'un à deux mois. Le débit corrigé (Q ECS 60,10) maximum obtenu dans chaque bâtiment a ensuite été comparé aux débits calculés selon la norme NBN EN 806-3 et différentes normes et méthodes de dimensionnement étrangères afin de vérifier la bonne adéquation de la norme belge actuelle avec les mesures et permettre sa comparaison avec d'autres méthodes appliquées dans certains pays limitrophes.

Résultats

A l'instar des observations faites sur l'eau froide totale, les débits de pointes enregistrés sur l'eau chaude sanitaire sont moins importants que ceux prévus par les normes de dimensionnement examinées. Les débits de pointe calculés suivant la nouvelle norme allemande DIN 1988-300 (2012) se rapprochent toutefois le plus de nos mesures (*). Le nombre de bâtiments mesurés étant encore actuellement très restreint, la période de mesure limitée dans le temps et les conditions réelles dans lesquelles se trouvent les installations mesurées (pressions, pertes de charge, type d'équipements, ...) pas forcément comparables aux conditions de conception, il convient de considérer ces premiers résultats avec prudence. Toutefois, cette comparaison semble confirmer que la norme actuelle de dimensionnement NBN EN 806-3 (2006) est très sécuritaire.

(*) Depuis le précédent article, la norme allemande DIN 1988-3 (1988) a été révisée et remplacée par la norme DIN 1988-300 (2012). La modification principale consiste notamment en une réduction des débits de pointe en eau chaude sanitaire et en eau froide.

Comparaison entre les débits de pointe d'ECS mesurés (corrigés à 60 °C) et calculés dans quatre immeubles à appartements



L'usage de cette norme présente potentiellement un risque de surdimensionnement des conduites de distribution. Ce surdimensionnement entraîne des temps d'attente plus importants et des consommations d'eau et d'énergie accrues.

La surestimation du débit de pointe entraîne aussi un surdimensionnement des installations de préparation d'ECS en production instantanée. A titre d'exemple, nous avons calculé la puissance de chauffe nécessaire pour la préparation instantanée d'ECS à 60 °C dans le plus grand bâtiment mesuré. Ainsi, dans cet immeuble, le débit de pointe corrigé (Q ECS 60,10) mesuré sur une seconde atteint 107 L/min. La puissance de chauffe instantanée correspondante est de 445 kW, en tenant compte des pertes de distribution. L'échangeur à plaques actuellement installé a une puissance nominale de 644 kW pour une eau primaire à 80 °C. Cet échangeur étant alimenté par les chau-

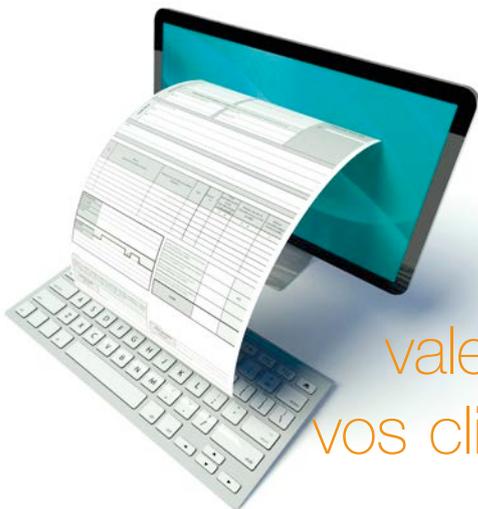
dières du chauffage central, la puissance de chauffe de la plus petite chaudière est de 1.161 kW, soit au moins 2,6 fois la puissance nécessaire à la seule préparation d'eau chaude. Hors saison de chauffe, cette situation mène à des démarrages et à des arrêts très fréquents de la chaudière qui sont non seulement néfastes à son rendement, mais également du point de vue des émissions polluantes.

Notons enfin que la puissance de chauffe à installer diminue très rapidement si l'on ajoute un volume tampon de stockage (production semi-instantanée). Par exemple, dans le cas présenté ci-dessus, la puissance de chauffe nécessaire est réduite à 100 kW si l'on prévoit un ballon de stockage de 200 L.

O. Gerin, ir., chercheur, et B. Bleys, ir., chef de projet, laboratoire Energie durable et technologies de l'eau, CSTC

Le CSTC a besoin de vous !

Le CSTC recherche d'autres immeubles à appartements avec production centralisée d'ECS afin de pouvoir y mesurer les débits de pointe et les volumes journaliers d'eau consommée. En échange, vous disposerez des informations nécessaires au bon dimensionnement de votre nouvelle installation. Intéressés ? Contactez-nous par e-mail à l'adresse suivante : info@bbri.be.



Vos factures valent de l'or... pour vos clients également !

Des certificats différents, mais des problématiques communes

La certification énergétique des bâtiments résulte de la transposition de la directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments. En Belgique, cette transposition est une compétence régionale (voir [Les Dossiers du CSTC 2011/4.20](#)). Chaque Région a dû se poser une série de questions dans le but de définir la manière d'établir ces certificats. Exemples :

- comment constater la présence d'un isolant dans une paroi ?
- comment identifier le type d'isolant, son épaisseur, ses caractéristiques thermiques (λ ou R) ?
- comment déterminer le rendement d'une installation pour laquelle les informations techniques sont (quasi) inexistantes ?

Les mêmes questions s'étaient déjà posées lors de la mise en place de la procédure d'avis énergétique PAE, à la différence que cet audit énergétique constitue une démarche volontaire dont le bénéficiaire est le demandeur lui-même ! La réponse est alors bien simple : si l'auditeur ne peut pas relever lui-même une donnée, il peut croire le propriétaire. Or, quel intérêt aurait un propriétaire à mentir à... lui-même ?

Dans le cas d'une certification PEB, il en va autrement puisqu'il s'agit d'un processus obligatoire dont le principal bénéficiaire est le futur acquéreur ou locataire. Le demandeur a donc intérêt à obtenir le meilleur label possible, au meilleur prix.

On comprend aisément qu'il n'est pas possible de croire les seuls dires du proprié-

taire : le certificat doit être établi à l'aide de données vérifiées de manière indépendante par le certificateur. Idéalement, celui-ci devrait relever toutes les données lui-même sur le terrain. Dans bien des cas, certaines constatations sont toutefois impossibles. Par exemple, si déterminer la présence et la nature d'un isolant est déjà laborieux et si relever son épaisseur l'est encore davantage, identifier sa marque et son type précis est généralement impossible. Par ailleurs, n'oublions pas que, pour le demandeur, le coût du certificat, et donc le temps de recherche, doit être limité !

Les preuves acceptables

Les Régions ont dès lors défini des règles strictes. Celles-ci sont fixées dans des protocoles de collecte de données, documents de plus de 200 pages chacun ! Ces protocoles précisent les sources d'informations pouvant être prises en compte pour établir certaines données nécessaires au calcul, en l'absence de constatation visuelle *in situ* par le certificateur. Il s'agit des preuves dites acceptables (1).

Les constatations visuelles étant souvent difficiles à réaliser, il est très important de recevoir et de conserver des preuves acceptables valides pour obtenir un bon certificat. Les factures sont des preuves acceptables pouvant être émises par les entrepreneurs eux-mêmes.

Prenons l'exemple d'une facture portant sur des travaux d'isolation. Pour être valorisée au mieux par le certificateur, celle-ci doit contenir les informations suivantes (2) :

Lorsque vous réalisez des travaux liés à la performance énergétique d'un logement existant, il est indispensable que vous remettiez une facture correctement rédigée, et ce afin d'améliorer le certificat PEB du logement et de permettre au propriétaire d'obtenir certaines primes régionales. Deux bonnes raisons en soi d'établir correctement les factures !

- l'adresse complète du chantier (même si celle-ci correspond à l'adresse de facturation)
- une description claire de la paroi isolée (localisation, composition)
- la surface de la paroi concernée (3)
- la nature, la marque, le type précis et l'épaisseur de l'isolant mis en œuvre
- les valeurs λ et R (inutile pour la certification PEB, mais indispensable en Région flamande et bruxelloise pour que le client puisse bénéficier d'une prime (4))
- la déclaration de marquage CE, car elle permettra au certificateur de valoriser les caractéristiques thermiques réelles (en Région flamande et wallonne uniquement).

Etant donné que des modifications entre le devis et la facture sont toujours possibles, la facture ne se contentera pas d'une mention 'facture selon devis', même si les informations nécessaires figurent dans l'un de ces documents ! De même, la mention 'facture selon état d'avancement' n'est pas suffisante, à moins que l'état d'avancement ne soit joint à la facture et contienne les informations précitées. ■

*N. Heijmans, ir., chef adjoint du laboratoire
Caractéristiques énergétiques, CSTC*



Information pratique

Le CSTC met à disposition des entreprises C-FACT®, un outil de calcul de devis et de facturation basé sur Microsoft Excel®.

*Cet article décrit la situation en septembre 2013.
Il a été rédigé avec le soutien de la Guidance
technologique 'Ecoconstruction et développement
durable en Région de Bruxelles-Capitale', subsidiée
par InnovIRIS.*

(1) En Région de Bruxelles-Capitale, les preuves acceptables sont appelées 'justificatifs'.

(2) Pour les réductions d'impôts, voir la version longue de cet article.

(3) Pas obligatoire pour la certification en Région flamande et bruxelloise, mais bien pour les primes.

(4) Pour les réductions d'impôts et les primes en Région flamande et bruxelloise, la facture doit, en outre, mentionner les coûts détaillés par poste.



Aspects acoustiques liés à la ventilation mécanique dans les habitations unifamiliales

Le schéma ci-contre illustre les sources potentielles de nuisances sonores dans un système de ventilation d'amenée d'air mécanique, mais il est tout aussi valable pour les systèmes de ventilation d'extraction d'air mécanique, pour lequel le bruit dû à la ventilation se propage vers l'amont dans le conduit.

La source sonore la plus importante est certainement le ventilateur lui-même (§ 1). Celui-ci n'engendre pas uniquement du bruit dans la pièce où se trouve le groupe de ventilation, mais également dans les conduits principaux auxquels ce dernier est relié. Ce bruit se propage ensuite dans les conduits et rayonne dans les pièces adjacentes principalement par les bouches.

La circulation de l'air dans les conduits est à l'origine du bruit de flux (§ 2). Bien que celui-ci est généralement moins audible que le celui du ventilateur, il peut devenir particulièrement gênant si le bruit du ventilateur a été atténué de manière efficace. Le bruit de flux se propage dans les pièces principalement par les bouches.

La figure ci-contre indique également que le bruit de ventilation (c'est-à-dire la combinaison du bruit du ventilateur et du bruit de flux) peut également traverser les parois des conduits et ainsi engendrer localement des problèmes de rayonnement sonore (§ 3).

Etant donné qu'un système de ventilation mécanique est constitué de nombreux éléments pouvant vibrer, le bruit structurel (§ 4) peut également se répandre dans le bâtiment via les contacts rigides et engendrer un bruit dérangeant dû au rayonnement des parois et des planchers.

Enfin, l'air présent dans les conduits peut

également véhiculer le bruit entre les pièces. Ce problème d'interphonie (§ 5) peut apparaître entre deux pièces relativement 'calmes', mais en relation directe via le réseau de conduits.

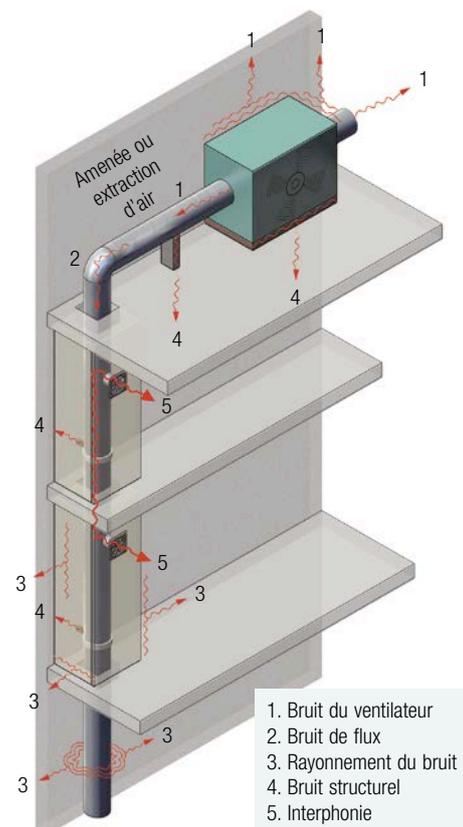
1 Réduire le bruit du ventilateur

Le niveau de puissance acoustique (dB) du ventilateur est déterminé en premier lieu par le débit de ventilation Q (m^3/s) à délivrer et par la différence de pression totale Δp (Pa) du ventilateur. Alors que le débit constitue une valeur immuable, la différence de pression à délivrer dépend quant à elle de la conception du réseau de conduits et du choix du groupe de ventilation. Le type de ventilateur, la vitesse de rotation et le rendement du ventilateur peuvent également influencer la production de bruit. Ainsi, des ventilateurs différents peuvent engendrer des niveaux de puissance acoustique différents pour un même point de fonctionnement (Q , Δp).

Il convient de distinguer la puissance acoustique rayonnée dans une pièce (NBN EN ISO 3741) de celle qui l'est dans le conduit d'amenée et d'extraction d'air (NBN EN ISO 5136). En d'autres termes, c'est au fabricant de spécifier clairement dans la fiche technique de quel niveau de puissance acoustique il s'agit.

Le niveau de puissance acoustique pondéré A rayonné dans la pièce se situe principalement entre 50 et 60 dB(A). Pour ce qui est du niveau de puissance acoustique dans les conduits, on distingue généralement, pour les groupes de ventilation de système D, le conduit d'extraction d'air (entre 50 et 65 dB(A)) et le conduit d'amenée d'air (entre 60 et 80 dB(A)) (*). La puissance acoustique

De récentes campagnes de mesure menées par le CSTC dans des habitations unifamiliales équipées d'un système de ventilation de types B, C et, surtout, D, confirment que l'extraction et/ou la pulsion d'air mécanique engendrent fréquemment des nuisances sonores. Alors que la norme belge NBN S 01-400-1 recommande, pour le bruit de la ventilation mécanique, un niveau sonore maximal de 35 dB(A) dans les salles de bain et les cuisines, cette limite ne dépasse pas 27 et 30 dB(A), respectivement, dans les chambres et les salles de séjour. Dès lors, il va de soi que le concepteur et l'installateur ont besoin de directives pratiques afin de pouvoir respecter ces exigences de confort.



Sources potentielles de nuisances sonores dans un système de ventilation d'amenée et d'extraction d'air mécanique

peut être atténuée de manière efficace en munissant le conduit principal d'un silencieux, dont l'efficacité est fonction de sa position dans le réseau de conduits, de l'épaisseur du revêtement intérieur d'isolation acoustique et de la longueur de la gaine acoustique. Le silencieux nécessaire est déterminé par la puissance acoustique du ventilateur et le niveau sonore admissible dans les pièces sensibles au bruit. Un calcul exact ne peut être effectué qu'à partir de données exprimées par bande de fréquences. Il faut, en outre, tenir compte des exigences de débit variables, de la perte de charge admissible dans le réseau et de la place disponible.

(*) Pour les ventilateurs situés en aval des échangeurs de chaleur.



2 Réduire le bruit de flux

Les changements de direction et de vitesse du flux d'air au droit des coudes, des clapets, des embranchements et des bouches peuvent engendrer du bruit de flux dans les conduits. Plus la vitesse de circulation est élevée, plus le bruit est présent. La nature des conduits (forme, matériau) n'a pas vraiment d'importance.

3 Éviter le rayonnement du bruit

Le rayonnement du bruit de ventilation au travers des parois des conduits peut également être à l'origine de nuisances sonores dans les pièces sensibles au bruit environnant.

4 Atténuer le bruit structurel

Afin d'éviter la transmission de vibrations dans le bâtiment, il convient d'éviter tout contact rigide entre la structure de ce dernier et le groupe de ventilation ou les conduits.

5 Éviter l'interphonie

Ce phénomène n'apparaît pas uniquement dans des espaces directement adjacents. L'interphonie via les bouches peut devenir une nuisance surtout dans des pièces sensibles au bruit bien qu'éloignées les unes des autres ou superposées. ■

*D. Wuyts, ir., chef adjoint du laboratoire
Acoustique, CSTC*

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

Recommandations afin d'éviter le rayonnement du bruit

- Éviter les conduits dans les pièces sensibles au bruit telles que les chambres.
- Si ces conduits sont inévitables, ceux-ci doivent être entourés d'une gaine technique acoustiquement isolante ou placés dans un plafond suspendu et munis d'un revêtement intérieur d'isolation acoustique d'au moins 5 cm d'épaisseur (en laine minérale ou dans un matériau isolant similaire, par exemple).

Recommandations pour réduire le bruit du ventilateur

- Concevoir un réseau de conduits avec le moins de pertes de charge possible (Δp).
- Évaluer les niveaux de puissance acoustique spécifiés (tant celui vers les pièces que celui dans les conduits) pour les différents groupes de ventilation au point de fonctionnement souhaité (Q , Δp).
- En raison des pertes de charge internes moins élevées (armoires, échangeur, filtres, ...), la production de bruit pour un même point de fonctionnement (Q , Δp) sera bien plus limitée avec un groupe de ventilation légèrement surdimensionné.
- Installer le groupe de ventilation dans un espace (technique) situé le plus loin possible des pièces sensibles au bruit, notamment les chambres et les salles de séjour (utilisation d'espaces tampons).
- Améliorer l'isolation acoustique de cet espace (technique).
- Si nécessaire, intégrer le groupe de ventilation dans un caisson isolant les bruits.
- Prévoir, juste à côté du ventilateur, un silencieux primaire dans le conduit d'amenée et d'extraction d'air (de préférence juste avant que celui-ci ne quitte la pièce).
- Prévoir des silencieux primaires d'au moins 90 cm de longueur et d'au moins 5 cm d'épaisseur munis d'un revêtement intérieur absorbant les bruits.
- Réserver la place nécessaire pour des silencieux de ce type au droit de la jonction entre le groupe de ventilation et les conduits principaux (en tenant compte de leur longueur et de leur diamètre).
- Eventuellement prévoir des silencieux ou des gaines acoustiques supplémentaires plus loin dans le réseau de conduits si les performances du silencieux primaire sont insuffisantes (un bruit de ventilateur particulièrement élevé et/ou des occupants très exigeants).

Recommandations pour réduire le bruit de flux

- Respecter une distance minimale équivalant à 3 fois le diamètre du conduit entre le ventilateur et les premiers coudes ou embranchements.
- Éviter les changements de direction brusques.
- La distance entre les coudes et les embranchements doit valoir minimum 4 à 5 fois le diamètre du conduit.
- Respecter une vitesse de circulation maximale de 6 m/s dans le canal principal, de 4 m/s dans les parties intermédiaires et de 2 m/s à la fin de conduit. Pour ce faire, il peut parfois s'avérer nécessaire de prévoir des sections de conduits plus grandes et/ou plusieurs conduits et bouches.
- Des bouches doivent être prévues dans les conduits droits et rigides mesurant au moins 3 fois le diamètre du conduit.
- Choisir des bouches produisant le moins de bruits de flux possible (voir les spécifications du fabricant). Le niveau de pression acoustique admissible dans la pièce considérée peut constituer un guide utile à cet égard.
- Choisir des bouches capables d'atténuer le plus possible le bruit de réflexion finale (voir les spécifications du fabricant) et munies de fixations souples afin d'assurer l'étanchéité.
- Nettoyer les bouches régulièrement.
- Positionner les bouches à, de préférence, 60 cm au moins des parois et des plafonds.
- Éviter l'utilisation de silencieux pour atténuer le bruit de flux. En effet, ceux-ci peuvent même engendrer (voir les spécifications du fabricant).

Recommandations pour atténuer le bruit structurel

- Ne pas fixer le groupe de ventilation à un plancher ou à une paroi légère (ossature en bois, blocs treillis, blocs de plâtre, béton cellulaire, ...) jouxtant une pièce sensible au bruit.
- Prévoir, de préférence, une installation ou une suspension avec amortisseur de vibrations, avec ou sans fixation sur un socle lourd. Pour ce faire, il est possible d'utiliser des sous-couches suffisamment épaisses et souples, des ressorts ou des plots antivibratiles (par ordre croissant d'efficacité).
- Relier le groupe de ventilation au réseau de conduits par une pièce intermédiaire droite et munie d'un joint souple. Sa longueur peut être très restreinte (10 cm, par exemple).
- Utiliser des colliers munis d'une gaine souple (en néoprène, par exemple) et/ou des pièces de raccord munies de pièces antivibratiles pour fixer les conduits.
- Veiller à ce que le diamètre de l'orifice du conduit dans les parois et dans les planchers soit environ deux centimètres plus grand que celui du conduit et remplir le joint autour du conduit de laine minérale ou d'un autre matériau souple à cellules ouvertes. Il suffit ensuite de colmater ce joint à l'aide d'un mastic souple non durcissable.

Recommandations pour éviter l'interphonie

- Maximaliser la distance entre les bouches, éviter les liaisons directes et prévoir au besoin un silencieux supplémentaire dans le conduit entre des pièces sensibles au bruit.
- Eventuellement installer un silencieux spécifique (supplémentaire) en bout de conduit, juste avant la bouche. Choisir de préférence des silencieux avec une perte de charge la plus basse possible.

Une bonne planification des ressources dont dispose une entreprise de construction contribue à la bonne santé financière de celle-ci. Comme nous l'avons précisé dans l'Infocarte 36 'Quel support pour mon planning ?', cette planification peut prendre deux formes : le planning de projet et le planning d'intervention. Cet article et l'Infocarte 66 qui l'accompagne ont pour objectif d'apporter des précisions quant à la conception et l'utilisation d'un planning d'intervention.

Le planning d'intervention

Ce planning d'intervention est à la base des activités quotidiennes d'une entreprise. Il permet en effet à l'équipe dirigeante de transmettre des ordres de travail précis au personnel de chantier. Au sein de chaque entreprise, de la plus petite à la plus grande et du chauffagiste à l'entrepreneur général, il est nécessaire d'établir ce genre de planning afin d'assurer une bonne coordination quotidienne des ressources sur le terrain.

Pour se représenter un planning de ce type dans la pratique, considérons par exemple un tableau mural. Le responsable de la planification va établir le planning d'intervention pour les semaines à venir en affectant les tâches à réaliser aux bonnes personnes et aux bonnes dates tout en prenant en considération les indisponibilités éventuelles prévisibles (congés, ...). Ensuite, quotidiennement, ce planning devra être revu en fonction des aléas de chantier (maladies, rendements, problèmes de livraison, intempéries, ...) en déplaçant les interventions d'une ressource et/ou d'une date à une autre.

Cela est possible à condition d'identifier dans un premier temps les données sui-

vantes :

- la liste des ressources disponibles (personnel, matériel, ...)
- les indisponibilités (congés, maladies, matériel à l'entretien, ...)
- les interventions à exécuter.

Bien entendu, dans cette optique, l'informatique apportera une série d'avantages sur le plan de la recherche d'informations, du rapportage, de la visualisation ou encore de la rapidité de mise à jour. En effet, l'utilisateur pourra, dans un premier temps, identifier une série d'informations telles que :

- les services de l'entreprise (SAV, entretien, exécution, ...)
- les types d'interventions (sanitaire, électricité, HVAC, ...)
- la liste des projets,
- la liste des clients, ...

Ces données (ou codes) seront ensuite affectées aux différentes interventions de manière à ce que le logiciel puisse, par exemple, regrouper les interventions par projet ou par client ou encore faire ressortir à l'écran uniquement les tâches du service 'Exécution'. Il en ressort une plus grande facilité dans la

recherche de l'information, dans la visualisation des tâches de l'entreprise et dans la communication vers les personnes concernées.

Le tableau ci-dessous est un exemple de planning d'intervention conçu à l'aide d'un logiciel. On peut y voir une série d'interventions affectées à des ressources et à des dates bien spécifiques. La couleur affichée indique à quel chantier les tâches sont rattachées. Concrètement, un code chantier est assigné aux interventions et ces dernières s'affichent automatiquement dans une couleur bien précise.

Nous tenons à préciser que, dans certains cas, ce planning sera établi sur la base d'un planning de projet. C'est pourquoi il est fondamental de considérer l'Infocarte qui accompagne cet article comme complémentaire aux Infocartes 36 ('Quel support pour mon planning ?') et 63 ('Les différentes phases de l'élaboration d'un planning') pour bien appréhender la problématique du planning dans sa globalité. ■

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

Resource	Juillet 2013																				
	Lundi 29						Mardi 30						Mercredi 31								
	07h	09h	11h	13h	15h	17h	19h	07h	09h	11h	13h	15h	17h	19h	07h	09h	11h	13h	15h	17h	19h
Mike	Centre culturel Etterbeek Travail menuiserie Urgent						Projet Smith Pose châssis A confirmer						Formation Echaffaudage								
Tim	Centre culturel Etterbeek Travail menuiserie Urgent						Projet Smith Pose châssis A confirmer						Congé payé								
Florent	Villa Dupont Placement portes Confirmé						Villa Dupont Pose châssis Confirmé						Centre culturel Etterbeek Pose Menuiserie Urgent								
Didier	Villa Dupont Placement portes Confirmé						Villa Dupont Pose châssis Confirmé						Centre culturel Etterbeek Pose Menuiserie Urgent								
Camionnette 1	Entretien												Centre culturel Etterbeek Pose Menuiserie Urgent								
Camionnette 2	Villa Dupont Placement portes Confirmé						Villa Dupont Pose châssis Confirmé						Entretien								

Publications du CSTC

Notes d'information technique

NIT 247 Conception et exécution des ouvrages étanches en béton.

NIT 248 Renforcement des structures en béton au moyen d'armatures collées.

Infofiches

N° 52.9 Etat d'avancement, révision des prix et facturation grâce à C-FACT®.

N° 56.1 Parois berlinoises de type 1 : blindage mis en place en cours d'excavation.

N° 56.2 Parois berlinoises de type 2 : blindage mis en place avant l'excavation.

N° 56.3 Parois de pieux de type 1 : pieux s'emboîtant les uns dans les autres (parois de pieux sécants).

N° 56.4 Parois de pieux de type 2 : pieux placés l'un à côté de l'autre (paroi de pieux tangents).

N° 56.5 Parois de type 'soil mix' de type 1 : parois faites de colonnes.

N° 56.6 : Parois de type 'soil mix' de type 2 : parois faites de panneaux.

N° 59 La pose de dalles sur un sol chauffé.

N° 60 Fissuration des maçonneries non portantes.

N° 61 Menuiseries en bois sans finition : quelles conséquences ?

N° 62 Préparer son chantier avec C-PREP®.

N° 63 Les différentes phases de l'élaboration d'un planning.

N° 64 Analyse du cycle de vie ou LCA.

Les Dossiers du CSTC

2012/2.5 Les techniques de fixation des capteurs solaires sur les toitures inclinées.

2012/2.6 Les toitures compactes, une nouvelle tendance ?

2012/2.12 Comment évaluer l'adhérence d'une peinture ?

2012/2.16 Les matériaux viscoélastiques pour améliorer le confort vibroacoustique dans les bâtiments.

2012/2.17 Les droits de propriété intellectuelle des entreprises de construction.

Publications

Les publications du CSTC sont disponibles :

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

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

Formations

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

2012/2.18 Amélioration acoustique du gros œuvre au moyen de murs doubles entre appartements et maisons mitoyennes.

2012/3.3 Prescrire un béton autoplaçant.

2012/3.4 Béton autoplaçant : recommandations pour la mise en œuvre.

2012/3.5 Toitures-parkings : quelques grands principes et points importants.

2012/3.9 Impact environnemental des ETICS.

2012/3.10 Revêtements de sol textiles : exigences actuelles et futures.

2012/3.16 Révision de la norme sur l'éclairage des lieux de travail intérieurs.

2012/3.18 L'impact écologique et économique de divers scénarios de rénovation.

2012/4.18 Le transport vertical dans les habitations.

Autres

Digest n° 12 Le bétonnage en période hivernale. Protéger le béton frais du gel.

Rapport n° 14 Conception et dimensionnement des installations de chauffage central à eau chaude.

Formations du CSTC

Soutènements et tirants d'ancrage. Partie 1 : exécution

Les 10 et 22 octobre 2013, de 18h00 à 21h00, CRR Auditorium, Fokkersdreef 21, 1933 Sterrebeek

Guide pour le marquage CE des volets, volets roulants et protections solaires

Le 5 novembre 2013, de 17h30 à 21h00, auditorium des Moulins de Beez, rue du Moulin de Meuse 4, 5000 Beez (Namur)

Placeurs de portes résistant au feu

Les 23 et 30 septembre 2013 et les 7 et 14 octobre 2013, de 17h00 à 20h00, CSTC, avenue Pierre Holoffe 21, 1342 Limelette



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

Editeur responsable : Jan Venstermans, CSTC, rue du Lombard 42, B-1000 Bruxelles

Revue d'information générale visant à faire connaître les résultats des études et recherches menées dans le domaine de la construction en Belgique et à l'étranger.

La reproduction ou la traduction, même partielles, des textes et des illustrations de la présente revue n'est autorisée qu'avec le consentement écrit de l'éditeur responsable.

www.cstc.be

Recherche • Développe • Informe

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

Recherche et innovation

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

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

Développement, normalisation, certification et agrément

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

Diffusion du savoir et soutien aux entreprises

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

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

SIÈGE SOCIAL

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

BUREAUX

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

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

STATION EXPÉRIMENTALE

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

- recherche et innovation
- formation
- bibliothèque

CENTRE DE DÉMONSTRATION ET D'INFORMATION

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

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

BRUSSELS MEETING CENTRE

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