

CSTC | Contact

UNE ÉDITION DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION

2020/2

Résistance en
compression du
béton

p4-5

Bardages en bois

p12-13



Mastics

p18-19

Shutterstock

Sommaire

2020/2

	Ensemble, plus forts dans l'épreuve !.....	3
	Contrôler la résistance en compression du béton en cas de litige.....	4
	Evaluation de l'état des ouvrages en béton : pourquoi, quand et comment ?.....	6
	Corrosion des toitures chaudes avec couverture en zinc.....	8
	Cloquage des revêtements de toitures plates.....	10
	Vers des bardages en bois répondant aux exigences incendie.....	12
	Déterminer la dilatation des vitrages en conditions estivales.....	14
	ETICS avec revêtements durs : quelles sont les limites d'application ?.....	16
	Carrelages : à chaque application son mastic.....	18
	Quid des traitements transparents pour béton apparent ?.....	20
	Calcul de la charge thermique des bâtiments : révision de la norme.....	22
	Faut-il rincer les installations d'eau potable avant leur mise en service ?.....	24
	FAQ.....	26

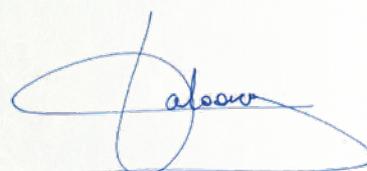
Ensemble, plus forts dans l'épreuve !

La crise sans précédent que nous subissons aujourd'hui le démontre de manière criante : nous vivons dans un monde volatil et interdépendant, où tout changement s'opère désormais très rapidement et parfois de manière brutale. Toutes les entreprises, y compris le CSTC, doivent pouvoir faire preuve d'**agilité** et de **créativité** pour s'adapter à cette complexité croissante.

Nous avons prévu initialement de vous parler des opportunités liées aux nouvelles technologies ou du rôle crucial que la construction peut jouer pour relever le défi du Green Deal et des enjeux environnementaux. Avec le Covid-19, vos préoccupations sont ailleurs et c'est bien compréhensible. A l'heure où nous écrivons ces lignes, les priorités de bon nombre d'entre vous se concentrent sur **la façon de réagir au mieux pour préserver la bonne santé de son entreprise**. Selon une étude menée par Graydon et relayée par les journaux L'Echo et De Tijd (éditions du 21 mars 2020), notre secteur est l'un des plus exposés, car pas toujours bien armé pour faire face à une crise économique.

Il y a près d'un an, votre Centre de recherche lançait un plan d'action avec un seul objectif : être votre partenaire de l'innovation et du changement. Ce plan, intitulé **Give Me Five**, comprend cinq priorités entièrement dédiées à la haute valeur ajoutée que nos activités doivent pouvoir offrir à votre entreprise. Notre réaction à cette épreuve d'un genre nouveau doit donc être à la hauteur de notre ambition. Dès le début du confinement, nous avons entrepris différentes actions pour cibler au mieux le type d'information et de support que vous attendez de votre Centre en ces moments particuliers. Nous avons sollicité les Comités techniques du CSTC qui nous sont revenus avec leurs attentes. Conscients que les aspects techniques que nous traitons habituellement ne sont pas toujours ceux qui vous occupent prioritairement en cette période, nous avons pris l'initiative de vous relayer des renseignements utiles communiqués par nos partenaires. Vous les trouverez sur notre site Internet www.cstc.be, dans un espace dédié que nous avons également enrichi d'informations techniques qui pourraient vous être utiles. Notre catalogue de formations à distance s'est, lui aussi, vu complété par de nouveaux modules que nos ingénieurs vous ont préparés durant la phase de confinement. N'hésitez pas à nous revenir, afin que nous puissions étoffer notre offre en fonction des besoins qui ne seraient pas encore couverts.

Cette pandémie est une rude épreuve pour tout le monde. Ensemble, nous pouvons relever le défi pour qu'elle soit également source de changements inspirants.



O. Vandooren ·
Directeur général



Contrôler la résistance en compression du béton en cas de litige

Depuis sa parution en 2007, la norme **NBN EN 13791** est largement utilisée lorsqu'un doute survient concernant la résistance mécanique du béton. En effet, lorsque celui-ci se fissure ou se dégrade prématurément, la conformité de la classe de résistance du béton livré et mis en œuvre peut être aisément vérifiée et comparée à celle du béton commandé. De nombreuses critiques ont toutefois entraîné une révision approfondie de cette norme.

V. Dieryck, ir., chef de projet senior, division 'Géotechnique, structures et béton', CSTC
V. Pollet, ir., coordinatrice de la direction 'Recherche et développement', CSTC

La norme européenne NBN EN 13791 fournit des procédures de mesure ainsi que des critères permettant d'évaluer la résistance en compression du béton sur site. Cette norme couvre deux cas de figure, à savoir :

- **l'estimation de la résistance caractéristique d'éléments en béton.** Cette procédure est effectuée en cas de réaffectation ou de rénovation d'une structure en béton existante, lorsqu'on ne connaît pas la résistance en compression
- **l'évaluation de la classe de résistance à la compression d'un béton livré et mis en œuvre** par rapport à celle du béton commandé. Cette procédure est lancée lorsqu'un doute existe concernant la résistance en compression du béton fourni ou la qualité d'exécution (ajout d'eau

sur chantier, absence de protection du béton en période hivernale, ...), autrement dit lorsque la classe de résistance en compression commandée est connue, mais que l'on souhaite vérifier si elle est correcte. C'est cette procédure qui est partiellement présentée dans le présent article.

En cas de litige, la méthode d'évaluation consistait jusqu'à présent à réaliser des mesures directes de résistance en compression sur carottes. La version révisée de la norme ne considère plus cette méthode comme seule référence. Elle autorise désormais la combinaison de ces mesures avec des mesures indirectes, telles que des essais non destructifs d'indice de rebondissement réalisés à l'aide d'un scléromètre.

1 | Essai de résistance en compression réalisé sur une carotte de ratio longueur/diamètre de 1:1.



CSTC

1 Essai sur carottes : dimensions des échantillons

Bien qu'elle impose un ratio longueur/diamètre de 2:1 ou 1:1 (voir figure 1), la norme ne prend pas en compte l'influence du diamètre des carottes en béton sur la résistance mécanique. Elle prévoit cependant l'utilisation éventuelle d'un facteur de correction. Le projet de recommandation technique FprCEN/TR 17086 – à la base de la norme – stipule que la résistance en compression d'une carotte d'un diamètre et d'une hauteur de 100 mm correspond à celle d'un cube de 150 mm de côté. Le CSTC recommande dès lors de travailler avec ces dimensions.

2 Nombre nécessaire de carottes et de mesures au scléromètre

L'évaluation de la conformité ne peut être réalisée que sur des bétons ayant une maturité correspondant aux conditions

de durcissement prévues pour la définition des classes de résistance, à savoir 28 jours à 20 °C. Si les températures de durcissement sont inférieures à 20 °C, il y a lieu d'attendre avant d'effectuer cette évaluation.

L'ouvrage en béton étudié doit être divisé en **zones d'essai**. Chacune d'elles est constituée d'un ou de plusieurs éléments structuraux ou préfabriqués en béton partageant des caractéristiques similaires. Il est connu ou supposé que les bétons d'une même zone présentent les mêmes constituants et la même classe de résistance. Une zone d'essai contient des **aires d'essai**, qui sont sélectionnées pour les mesures.

Les mesures de résistance en compression doivent être réalisées selon la norme NBN EN 12504-1.

Les mesures d'indice de rebondissement au scléromètre (voir figure 2) doivent être réalisées conformément à la norme NBN EN 12504-2. Il convient de déterminer la médiane d'au moins neuf relevés valides pour chaque aire d'essai.

La version intégrale de cet article (voir Les Dossiers du CSTC 2020/2.1) traitera des critères d'évaluation à appliquer et fournira des exemples ainsi que les corrections à apporter pour tenir compte de l'âge du béton et de la température lors de son durcissement. Comme le prévoit l'Eurocode 2, la résistance en compression sur site peut être jusqu'à 15 % inférieure à la résistance en compression normalisée. Cette réduction est liée à la prise en compte de l'exécution et, partiellement, des conditions de durcissement sur chantier (compactage, cure, ...).



CSTC

2 | Mesure de l'indice de rebondissement au moyen d'un scléromètre.

2.1 Essais sur carottes uniquement

Chaque zone d'essai doit être divisée en volumes d'environ 30 m³. Lorsqu'un volume inférieur à 30 m³ est livré en une seule journée, celui-ci peut être traité comme volume unique. Le nombre minimal de carottes pour chaque volume est spécifié dans le tableau A.

2.2 Essais au scléromètre en combinaison avec des essais sur carottes

L'auscultation au scléromètre révèle les variations de dureté de la surface du béton et sert à identifier les parties de la zone d'essai où il convient de prélever des carottes. Les résultats des indices de rebondissement ne sont donc pas utilisés pour calculer une résistance en compression. De nombreuses mesures d'essais indirects sont à réaliser si l'on souhaite réduire le nombre de carottages (voir tableau B). Cette combinaison d'essais présente peu d'intérêt lorsque les volumes sont faibles. ◆

Cet article a été rédigé dans le cadre de l'Antenne Normes 'Béton-mortier-granulats' subsidiée par le SPF Economie.

A | Nombre minimal de carottes en fonction du nombre de volumes à tester en cas d'essais sur carottes uniquement.

Nombre de volumes d'environ 30 m ³ dans la zone d'essai	Nombre minimal de carottes d'un diamètre de 100 mm et d'une hauteur de 100 mm pour chaque volume
1	3
2 à 4	2
5 à 6	2

B | Nombre minimal de carottes et d'aires d'essai en cas de mesure au scléromètre combinée à des essais sur carottes.

Nombre de volumes de 30 m ³ dans la zone d'essai	Nombre minimal d'aires d'essai au scléromètre	Nombre minimal de carottes
1	9	Une carotte à chacune des deux valeurs les plus faibles obtenues avec la mesure au scléromètre.
2 à 4	12	Trois carottes : une carotte à la valeur la plus faible obtenue avec la mesure au scléromètre pour la zone d'essai et une autre au niveau de chacune des deux aires d'essai les plus proches de l'indice de rebondissement médian.
5 à 6	20	





Evaluation de l'état des ouvrages en béton : pourquoi, quand et comment ?

Lors de la rénovation de bâtiments et de structures en béton, il est souvent nécessaire de réparer les dégâts subis par le béton. Pour garantir la durabilité des réparations, il faut tout d'abord évaluer l'état de l'ouvrage. Mais pourquoi cette évaluation est-elle si importante ? A quel moment doit-elle avoir lieu ? Et quelle méthode de travail employer ?

B. Dooms, ir., chef adjoint du laboratoire 'Technologie du béton', CSTC

1 Les phases de la réparation du béton

La réparation du béton comporte généralement les étapes suivantes :

- **l'évaluation de l'état de l'ouvrage (diagnostic)**
- **la sélection de la ou des méthodes de réparation adéquates**
- **la réalisation des travaux de réparation** (voir la NIT 231 pour une description complète de la méthodologie de réparation et de protection du béton).

La qualité et la durabilité du résultat final ne dépendent pas seulement de la bonne approche et de la bonne exécution de chacune de ces trois phases, mais également de leur coordination. Par exemple, une erreur courante consiste à décrire les travaux de réparation dans le cahier des charges, alors que l'état réel de l'ouvrage en béton n'est pas connu, ou très peu. Ceci pourrait entraîner :

- le choix d'une **méthode de réparation inadéquate**, dont le résultat s'apparentera au rafistolage et ne tardera pas à montrer des failles
- une **grave sous-estimation de l'étendue des dégradations**. Dès lors, l'entrepreneur concerné ne disposera pas des moyens nécessaires pour effectuer une réparation durable selon les règles de l'art.

2 Pourquoi cette évaluation ?

La norme NBN EN 1504-9 stipule que toute réparation du béton doit être basée sur les résultats d'une évaluation préalable de l'état de l'ouvrage en béton, l'objectif étant :

- **d'identifier les causes des dégâts apparents**. Puisque de nombreuses détériorations se manifestent de manière identique, il est important d'en découvrir la cause exacte et d'adapter les méthodes et les produits de réparation et de protection
- **de se forger une idée de l'ampleur véritable des dégâts**.

Généralement, seule une partie des dégradations est visible. Il est toutefois essentiel d'en avoir une idée précise pour mieux évaluer l'étendue (et le coût) des travaux de réparation

- **de déterminer le risque de dégâts ultérieurs**. Pour ce faire, il peut s'avérer utile d'évaluer l'état de l'ouvrage, même aux endroits où le béton n'a pas (encore) été endommagé.

3 Quand cette évaluation doit-elle avoir lieu ?

L'état de l'ouvrage en béton est à évaluer avant toute description des travaux de réparation et avant détermination

Prélèvement de la poussière de forage visant à déterminer la teneur en chlorures du béton.





des quantités de matériaux nécessaires. Cela signifie que l'évaluation ne devrait jamais figurer dans le même cahier des charges que celui des travaux de réparation eux-mêmes.

4 Quelle méthode d'évaluation employer ?

L'évaluation de l'état d'un ouvrage en béton est à réaliser par un **bureau d'études spécialisé** et comporte habituellement quatre étapes.

4.1 L'étude préliminaire

Au cours de cette phase, des **informations pertinentes** sont recueillies concernant l'ouvrage en béton (plans du bâtiment, historique, conditions d'utilisation, environnement, ...). L'urgence de l'intervention peut être estimée lors d'une **première visite**.

4.2 L'étude de base

Dans un premier temps, un contrôle visuel global est effectué. Les dégâts visibles sont alors cartographiés.

Dans un second temps, les **zones qui feront l'objet d'un examen plus approfondi** sont sélectionnées. Bien qu'il n'existe aucune règle concernant le choix de ces zones, celui-ci doit tenir compte des éléments suivants :

- les résultats du contrôle visuel
- la taille de l'ouvrage
- les conséquences des éventuelles dégradations
- le budget disponible.

Les résultats obtenus devraient permettre d'offrir une vue générale de l'état de l'ouvrage.

Etant donné que la corrosion des armatures est la forme la plus courante de détérioration du béton, les essais de base consistent à :

- identifier les zones qui sonnent creux ou dont le béton se désagrège
- déterminer l'indice de rebondissement du béton
- localiser les armatures (emplacement et enrobage, par exemple)
- déterminer la profondeur de carbonatation
- déterminer la teneur en chlorures (voir photo).

4.3 Les essais supplémentaires

Dans la plupart des cas, l'étude de base est suffisante pour se faire une idée fiable de l'état de détérioration d'un ouvrage en béton. Dans le cas contraire, des essais supplémentaires peuvent être menés (analyse microscopique, essais de compression et mesures de potentiel). Cependant, comme la plupart de ces tests requièrent un certain niveau de spécialisation et qu'ils sont relativement coûteux, il est conseillé de vérifier leur pertinence.

4.4 Le rapport d'évaluation

Les résultats doivent être présentés de manière détaillée et compréhensible. Il est recommandé d'indiquer les différents sites d'essai sur un plan détaillé et de faire un relevé photographique. Il convient également de mentionner les unités correctes et les normes auxquelles il est fait référence.

5 Interprétation de l'évaluation

En se basant sur le rapport d'évaluation et en établissant des liens entre les diverses observations et les résultats des tests, une **entreprise spécialisée** est capable d'identifier les mécanismes de détérioration, leur cause et l'évolution attendue. Cette manière de procéder permet également d'obtenir une idée plus précise de l'ampleur réelle des dégâts et de choisir la stratégie de réparation ou de protection la plus appropriée.

6 Conclusion

Une réparation durable du béton doit être basée sur une évaluation préalable de l'état de l'ouvrage. Il convient de faire appel à une société spécialisée pour effectuer cette évaluation et en interpréter les résultats. Dans cette optique, le BCCA reprend sur son site une liste des entreprises certifiées pour la réparation du béton ou pour l'interprétation des résultats. 

Cet article a été rédigé dans le cadre de l'Antenne Normes 'Béton-mortier-granulats' subsidiée par le SPF Economie.



Corrosion des toitures chaudes avec couverture en zinc

La division 'Avis techniques et consultancy' du CSTC observe depuis peu une augmentation du nombre de dégradations des toitures chaudes munies d'une couverture en zinc. Les recherches que nous avons menées révèlent que la protection offerte par le coating appliqué en sous-face du zinc est limitée, ce qui accroît le risque de corrosion en présence d'humidité.

E. Cailleux, dr., chef adjoint du laboratoire 'Chimie du bâtiment', CSTC

D. Langendries, ir., chef de projet senior, division 'Matériaux, toitures et performance environnementale' et responsable communication 'Recherche et développement', CSTC

De nos jours, les couvertures en zinc sur support continu peuvent être mises en œuvre selon deux principes : avec ou sans aération.

Les toitures aérées font l'objet d'une mise en œuvre traditionnelle. Dans cette configuration, le zinc forme naturellement, au contact du CO₂ présent dans l'air, une patine qui le protège de la corrosion.

Dans les complexes non aérés, également appelés toitures chaudes, la couverture en zinc (voir figure 1, n° 1) est directement en contact avec l'infrastructure. Ce type de conception permet :

- de **limiter la formation de condensats** sous la couverture métallique
- d'**accroître les performances énergétiques** en réduisant les mouvements d'air autour de la couche d'isolation.

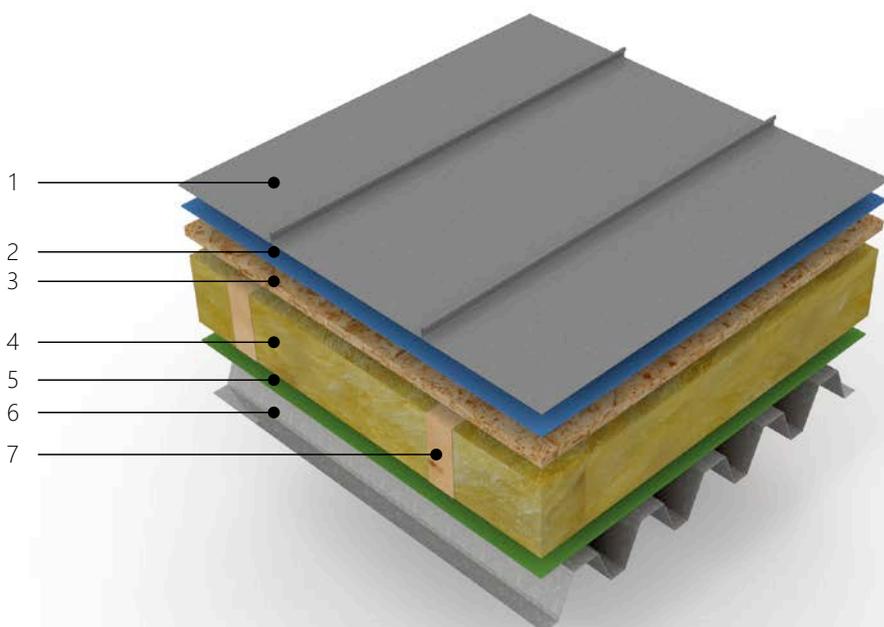
Différentes configurations sont possibles (voir [NIT 266](#), tableau 12). Le support peut notamment être constitué de panneaux en bois recouvrant un isolant rigide ou semi-rigide ou de panneaux en verre cellulaire. Quelle que soit la configuration choisie, le passage d'air en sous-face du zinc est rendu quasiment impossible. Dès lors, afin de protéger le métal de la corrosion, un revêtement de protection (coating organique) est appliqué sur la partie inférieure du zinc. L'épaisseur et la composition de ce revêtement varient en fonction des fabricants.

Constatations *in situ*

Plusieurs cas de dégradations de toitures chaudes ont récemment été enregistrés par la division 'Avis techniques et consultancy' du CSTC. Les inspections sur site ont indiqué

1 | Exemple de complexe de toiture non aérée.

1. Revêtement métallique
2. Sous-toiture
3. Support en bois
4. Isolant thermique
5. Etanchéité à l'air et à la vapeur
6. Plancher et structure porteuse
7. Structure secondaire



que ces détériorations étaient dues à la corrosion du zinc, qui s’amorce et se développe au niveau de la sous-face de la couverture, et ce en dépit de la présence du coating de protection. Ces processus entraînent généralement des dégâts importants (voir figure 2). Sur certains sites, la corrosion s’est développée rapidement et les dégradations sont apparues seulement dix-huit mois après la mise en œuvre de la toiture.

La fréquence des pathologies soulève plusieurs questions concernant le coating de protection appliqué en sous-face et l’influence possible de certains supports. La durabilité de ces complexes pose également question, entre autres en ce qui concerne la présence d’humidité. En effet, bien que l’impact de cette dernière soit généralement considéré comme mineur lorsqu’il s’agit d’une toiture aérée, il apparaît que les dégâts liés à l’humidité peuvent être considérables lorsqu’il s’agit d’une toiture chaude.

Etude du CSTC

Le CSTC a réalisé une étude sur diverses couvertures en zinc (naturel ou prépatiné) protégées par un coating en sous-face et destinées à la réalisation de toitures chaudes. Les essais effectués avaient pour but de :

- caractériser les coatings de sous-face
- évaluer le pH des différents composants du complexe
- évaluer la résistance à la corrosion des revêtements de protection via des simulations de corrosion accélérée.

Concernant ces simulations, deux types de tests ont été effectués :

- des **tests de laboratoire** visant à estimer le comportement de la couverture en cas de contact direct avec une solution de laboratoire ou une solution issue d’une macération des divers composants du complexe (laine de roche, PUR, OSB et contreplaqué). Le pH des solutions de laboratoire a été déterminé à partir de mesures préalablement effectuées sur les éléments des toitures
- des **essais sur maquettes** intégrant une couverture en zinc, une sous-toiture et un support en OSB, en contreplaqué ou en verre cellulaire. Ces tests se rapprochent des configurations rencontrées sur site. Afin de reproduire les conditions de corrosion rencontrées *in situ*, de l’eau a été introduite soit entre la couverture et la sous-toiture, soit dans le support.

En fonction des configurations, les essais ont été menés à 23, à 60 et/ou à 70 °C, températures pouvant être atteintes sur une couverture en zinc durant l’été.

Résultats

Il ressort de l’étude que le coating appliqué en sous-face du zinc n’offre qu’une faible protection contre la corrosion en cas d’humidité dans la toiture. Ainsi, le simple contact avec de l’eau distillée, dont la composition est proche de celle de l’eau de pluie, suffit pour provoquer un cloquage du coating et la corrosion du zinc après quelques semaines seulement. Ces phénomènes sont également accélérés par :

- un **accroissement de la température**, qui explique les



2 | Exemple de dégradation due à la corrosion du zinc.

dommages plus importants sur les versants sud ou sud-ouest

- une **acidification du pH**, qui peut survenir en conditions urbaines ou lors d’un contact avec certains matériaux du complexe (OSB, par exemple).

Les couvertures les plus réactives sont celles constituées de zinc naturel. Le zinc prépatiné dispose d’une plus grande résistance à la corrosion en raison d’une fine couche de phosphate de zinc agissant comme une barrière supplémentaire. La réaction de corrosion ne semble toutefois que ralentie.

Des dommages ont été systématiquement constatés lors des tests effectués sur des **panneaux en bois**. Les dégradations étaient particulièrement importantes avec l’OSB. Il est connu que le zinc non protégé ne peut être placé en contact direct avec des panneaux et autres dérivés encollés du bois (voir **NIT 266**, tableau 10). L’étude que nous avons menée montre que le coating en sous-face des couvertures et la sous-toiture sont insuffisants pour empêcher la corrosion.

Seuls les supports en **verre cellulaire** permettent, pour le moment, de réduire le risque de dégradations. En effet, aucun phénomène de corrosion n’a été constaté avec ces éléments lors des essais.

D’autres essais sont toujours en cours, afin de déterminer l’origine de certains phénomènes de corrosion. Des maquettes de grandes dimensions, instrumentées en capteurs d’humidité et de température, ont également été élaborées pour évaluer l’influence de sous-toitures structurées sur le risque de corrosion. ◆

Attention !

Par précaution, et en raison des résultats obtenus, nous déconseillons actuellement la pose de complexes non aérés, hormis ceux disposant d’une attestation d’aptitude à l’emploi (sur du verre cellulaire, par exemple).

Cloquage des revêtements de toitures plates

Il n'est pas rare qu'un cloquage apparaisse dans le revêtement d'une toiture plate. Les causes de ce phénomène peuvent être multiples. Pour en déterminer la cause exacte, il convient tout d'abord de localiser la couche dans laquelle il se manifeste.

E. Mahieu, ing., chef de la division 'Avis techniques et consultancy', CSTC

1 Types de cloquages

La [NIT 253](#) consacrée aux toitures-parkings distingue trois types de cloquages en fonction du lieu et du moment où le phénomène se produit :

- le **cloquage de première génération**, qui apparaît sous ou dans l'étanchéité
- les **cloquages de deuxième et de troisième génération**, qui surviennent dans la couche de finition ou entre la couche de finition et l'étanchéité, en raison de températures élevées pendant ou après la mise en œuvre des couches de finition (asphalte coulé, par exemple).

Cet article ne traite que du premier type de cloquage. Pour de plus amples informations concernant les deux autres formes, nous renvoyons à la [NIT 253](#). Le décollement local

de la membrane d'étanchéité en raison de l'action du vent (généralement dans les zones de rive et d'angle du toit) n'est pas abordé non plus.

Les cloques peuvent apparaître à divers endroits :

- au sein de la membrane de finition
- entre deux couches d'étanchéité
- entre l'isolation thermique et l'étanchéité de toiture
- entre l'isolation thermique et son parement (voir figure 1).

1.1 Cloquage au sein de la membrane de finition

Lorsque des cloques se forment dans l'étanchéité elle-même, le problème est lié au matériau. Ainsi, la présence d'humidité lors de la fabrication peut entraîner un cloquage dans la partie supérieure de la membrane (au droit de l'armature). Alors que ce phénomène – également appelé 'pustulage' – était autrefois fréquent en raison de l'utilisation d'armatures en feutre, il se fait rare avec les étanchéités de toiture actuelles.

1.2 Cloquage entre deux couches d'étanchéité

Les inclusions d'air et d'humidité entre deux couches d'étanchéité ou entre cette dernière et son support peuvent engendrer un cloquage à la suite des variations de température. Pour éviter ce phénomène, la couche supérieure devrait donc être parfaitement adhérente à la sous-couche.

La seule exception à cette règle concerne les travaux de rénovation au cours desquels on applique une nouvelle membrane d'étanchéité sur une ancienne, susceptible de contenir de l'humidité. Dans ce cas, et pour des raisons de sécurité, cette membrane ne peut pas être entièrement soudée à la flamme. Il est alors préférable d'opter pour :

- une pose libre et lestée
- une pose en adhérence partielle
- une pose à froid.

1 | Cloquage entre l'isolation thermique et son parement.



1.3 Cloquage entre l'isolation thermique et l'étanchéité

Le cloquage qui apparaît entre l'isolation et l'étanchéité peut avoir des origines diverses :

- **dilatation d'une membrane qui n'adhère pas sur toute sa surface.** Si l'étanchéité de toiture n'est pas entièrement collée à l'isolation (comme c'est le cas avec certaines méthodes de pose), les zones non adhérentes peuvent se dilater et former des cloques. Celles-ci seront particulièrement visibles par temps chaud et s'atténueront lors de périodes plus froides
- **présence de solvants emprisonnés** (colles ou primaires, par exemple), qui ne se sont pas complètement évaporés lors de la mise en œuvre de l'étanchéité (voir figure 2)
- **soudage à la flamme d'une étanchéité sur toute la surface d'un isolant en PU** (une pratique non admise). L'action thermique exercée par le soudage peut libérer et/ou dilater des gaz présents dans l'isolant, ce qui peut provoquer un cloquage. Pour éviter ce phénomène, seule la pose en adhérence partielle est autorisée (voir aussi le tableau 27 de la [NIT 215](#)). En revanche, dans le cas d'un collage à froid, une pose en adhérence totale est envisageable
- **présence de poches d'humidité.** Dans les zones où l'adhérence est moins bonne, l'augmentation de la pression de vapeur générée par la chaleur peut provoquer un cloquage. C'est pourquoi il faut éviter d'enfermer de l'humidité, en appliquant immédiatement l'étanchéité après la couche d'isolation. Sur les supports susceptibles de contenir de l'humidité, comme les systèmes d'isolation liés au ciment, une pose en adhérence partielle est nécessaire
- **présence d'inclusions d'air.** Lorsque des panneaux d'isolation en verre cellulaire sont appliqués sur du bitume chaud, les joints entre les panneaux doivent être comblés sur toute leur hauteur, en évitant toute inclusion d'air.

En cas d'étanchéité synthétique souple posée en adhérence totale, quelques petites cloques ou ondulations, très difficiles à éviter, peuvent aussi apparaître durant la mise en œuvre.

Une légère formation de plis ou de cloques dans l'étanchéité de toiture n'est pas non plus à exclure si l'on utilise des films autoadhésifs insuffisamment comprimés.

Enfin, il arrive bien souvent que des cloques ou des ondulations se forment du fait que les panneaux d'isolation présentent de légers désaffleurements laissant apparaître les joints au travers de l'étanchéité de toiture (voir à ce sujet la [FAQ](#) sur notre site Internet et à la page 26 de ce numéro).

1.4 Cloquage entre l'isolation thermique et son parement

Le cloquage peut également être dû au décollement du parement de l'isolation, à la suite d'une éventuelle erreur de fabrication ou d'exécution.

L'isolation et l'étanchéité de toiture doivent être mises en œuvre selon les prescriptions énoncées dans leur certificat



2 | Cloquage dû à des solvants piégés entre l'isolant et l'étanchéité.

d'aptitude à l'emploi (ATG, par exemple). Ainsi, le mode de pose de l'étanchéité doit être adapté au parement.

Si la pose a été correctement effectuée, mais que le parement se décolle malgré tout, l'origine du problème est à rechercher au niveau du matériau.

2 Conséquences du cloquage

Dans la plupart des cas, le cloquage constitue davantage un problème esthétique que fonctionnel. Il n'engendre pas de vieillissement accéléré des systèmes d'étanchéité de toiture actuels. Lorsque des flaques d'eau se forment, cela n'affecte généralement pas non plus la durabilité de la toiture.

Dans certains cas, la durabilité de l'étanchéité peut toutefois être compromise :

- **lorsque le cloquage peut engendrer des dégradations**, notamment si l'on marche fréquemment sur la toiture ou si les joints s'écartent. Une solution éventuelle consiste à ouvrir les cloques, les sécher, puis les coller ou les souder
- **lorsque le cloquage se généralise**, ce qui risque d'affecter la résistance au vent du système d'étanchéité. C'est le cas, par exemple, lorsque le parement de l'isolation se décolle, provoquant ainsi une mauvaise adhérence de l'étanchéité de toiture sur une surface importante de la toiture. Pour y remédier, il est possible :
 - d'envisager le lestage de l'étanchéité, en veillant à ce que le plancher de la toiture puisse supporter ce poids supplémentaire et à ce que la hauteur minimale des relevés soit respectée
 - de fixer mécaniquement l'étanchéité au plancher de la toiture. Les perforations dues aux vis devront néanmoins être rendues étanches (par une couche ou une bande d'étanchéité supplémentaire, par exemple). Il faut en outre tenir compte du fait que ces fixations entraîneront des pertes de chaleur additionnelles. ◆

Vers des bardages en bois répondant aux exigences incendie

Dans un bâtiment autre qu'une maison unifamiliale ou un bâtiment industriel, les revêtements de façade doivent satisfaire à des exigences réglementaires de réaction au feu. Qu'en est-il des bardages en bois ? Une campagne d'essais a permis de valider de nouvelles solutions répondant aux exigences incendie pour les bâtiments bas tels que les petits immeubles de bureaux.

Y. Martin, ir., coordinateur 'Stratégie et innovation' et coordinateur des Comités techniques, CSTC

S. Eeckhout, ing., chef de projet senior, division 'Acoustique, façades et menuiserie', CSTC

I. Wuijstens, ir., expert en revêtements de façade, WOOD.BE

L. De Boever, ir., manager R&D, WOOD.BE

avec la contribution de Warringtonfire, laboratoire d'essai de réaction au feu

La **réaction au feu** d'un revêtement de façade traduit son **degré de combustibilité**. Elle est déterminée sur la base d'essais menés en laboratoire sur le système de façade et son mode de mise en œuvre (revêtement ajouré, lame d'air ventilée, type de fixation, matériaux derrière la lame d'air, ...).

Ainsi, en tenant compte des conditions finales d'application (voir [Les Dossiers du CSTC 2019/1.2](#)), les revêtements de façade des bâtiments bas – d'une hauteur inférieure à 10 m – doivent répondre à la classe de réaction au feu D-s3, d1. Concernant les bâtiments moyens et élevés munis de revêtements de façade en bois, un traitement ignifuge s'impose pour atteindre l'exigence B-s3, d1.

Les conditions de pose (ventilation, taux d'élançement, ...) reprises dans la [NIT 243](#) sont évidemment à respecter.

Les limites des solutions par défaut...

La Commission européenne a publié des classes par défaut pour certaines configurations de revêtement de façade en bois, sans qu'aucun essai ne soit requis. Ces classes s'accompagnent de **conditions de pose strictes** (voir encadré ci-dessous). Il arrive toutefois fréquemment que l'on doive s'écarter de ces conditions, car il n'est pas toujours possible de les mettre en pratique.

Une campagne d'essais réalisée ces dernières années sur de nombreuses configurations a permis l'élaboration de nouvelles solutions de bardages en bois non ignifugés et satisfaisant à l'exigence en vigueur pour les bâtiments bas (classe D-s3, d1 ou mieux). Ces solutions sont présentées dans les deux encadrés de la page suivante. 

Classe par défaut

Un bardage en bois rainuré-langueté ou à recouvrement appartient à la classe D-s2, d0, à condition que :

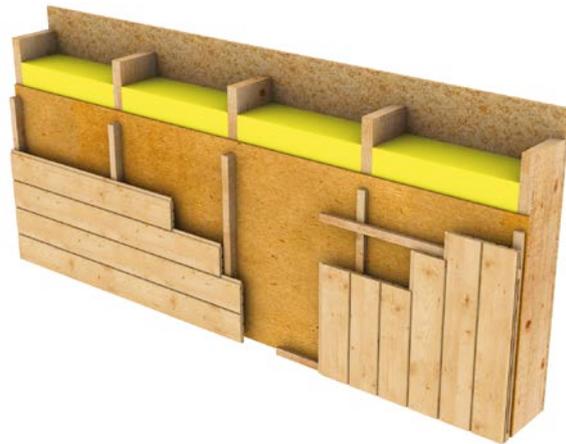
- le revêtement de façade soit 'fermé' (rainuré-langueté ou à recouvrement)
- le bardage ait une épaisseur minimale de 18 mm
- la densité du bois soit supérieure ou égale à 390 kg/m³
- la lame d'air soit ventilée
- les matériaux présents derrière cette lame (panneau, isolation) soient incombustibles (classe A2-s1, d0 ou mieux).

Notons que les conditions à remplir pour un bardage ajouré sont difficilement réalisables en pratique, car elles donnent lieu à un espacement entre les planches souvent supérieur à leur largeur.

Nouvelle solution pour les bardages non ajourés

Sur la base de la campagne d'essais réalisée, un bardage en bois non ajouré peut obtenir la **classe D-s2, d0**, répondant *de facto* aux prescriptions pour les bâtiments bas, si les conditions suivantes sont respectées :

- le bardage est **rainuré-langueté ou à recouvrement**
- la densité du bois est comprise entre **380 et 600 kg/m³** (pour une humidité du bois égale à 15 %)
- les planches ont une **épaisseur minimale de 18 mm** pour une **largeur de 130 mm**. Des largeurs plus importantes sont envisageables pour autant que le taux d'éclancement (rapport largeur/épaisseur) reste identique
- le bardage est fixé mécaniquement, **verticalement ou horizontalement**, sur des lattes et contrelattes en bois
- une **lame d'air ventilée** d'une épaisseur totale minimale de 40 mm est prévue au droit des lattes et contrelattes. Pour une pose horizontale, une épaisseur totale minimale de 38 mm, très répandue dans la pratique, est acceptable
- le support derrière la lame d'air ventilée peut être constitué de n'importe quel **panneau à base de bois** (classe D-s2, d0 ou mieux, épaisseur minimale de 10 mm, densité minimale de 510 kg/m³) ou de n'importe quel **panneau ou support incombustible** (classe A2-s1, d0, épaisseur minimale de 10 mm, densité minimale de 510 kg/m³). Une isolation combustibile peut être placée derrière le support ou le panneau pour autant que ce dernier présente la classe de protection K₂ 10 (voir [Les Dossiers du CSTC 2019/1.2](#)), protégeant les couches sous-jacentes.



Une membrane pare-pluie (< 1 mm) n'a pas d'impact significatif sur la classe de réaction au feu de ce type de bardage.

Nouvelle solution pour les bardages ajourés

Dans le cas d'un bardage ajouré, il est plus difficile d'atteindre la classe de réaction au feu requise, étant donné que le bois est exposé à l'incendie sur différentes faces. La configuration proposée ci-dessous pour les bardages ajourés reste assujettie à des conditions relativement strictes. D'autres essais sont susceptibles de venir compléter et extrapoler ces premières conditions dans le futur.

Un bardage ajouré peut obtenir la classe **D-s2, d0**, répondant *de facto* aux prescriptions pour les bâtiments bas, si les conditions suivantes sont respectées :

- le bardage est constitué de **mélèze** dont la densité minimale est de **655 kg/m³** (pour une humidité du bois égale à 15 %)
- les planches ont une **épaisseur minimale de 21 mm** pour une **largeur comprise entre 90 et 100 mm**
- le bardage est fixé mécaniquement et **verticalement** sur des lattes et contrelattes en bois
- un **joint de 10 mm maximum** est laissé ouvert entre les planches
- une **lame d'air ventilée** d'une épaisseur totale minimale de 40 mm est prévue au droit des lattes et contrelattes
- le support derrière la lame d'air ventilée peut être constitué de n'importe quel **panneau ou support incombustible** (classe A2-s1, d0 ou mieux, épaisseur minimale de 12 mm, densité minimale de 525 kg/m³) ou de n'importe quel **panneau de particules liées au ciment** (classe B-s2, d0 ou mieux, épaisseur de 12 à 16 mm, densité minimale de 1.000 kg/m³). Une isolation combustibile peut être placée derrière le support ou le panneau, pour autant que ce dernier présente la classe de protection K₂ 10 (voir [Les Dossiers du CSTC 2019/1.2](#))
- une **membrane pare-pluie** (classe B-s2, d0 ou mieux) peut également être prévue.



Déterminer la dilatation des vitrages en conditions estivales

Dans [Les Dossiers du CSTC 2018/2.7](#), nous relations des cas de pathologies spécifiques aux petits vitrages isolants en conditions anticycloniques hivernales. Or, de nouveaux cas de pathologies se sont présentés pour des triples vitrages de petites dimensions dont les cavités étaient supérieures à 12 mm... mais en conditions estivales cette fois !

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

Explication du phénomène

Deux différences importantes sont à noter :

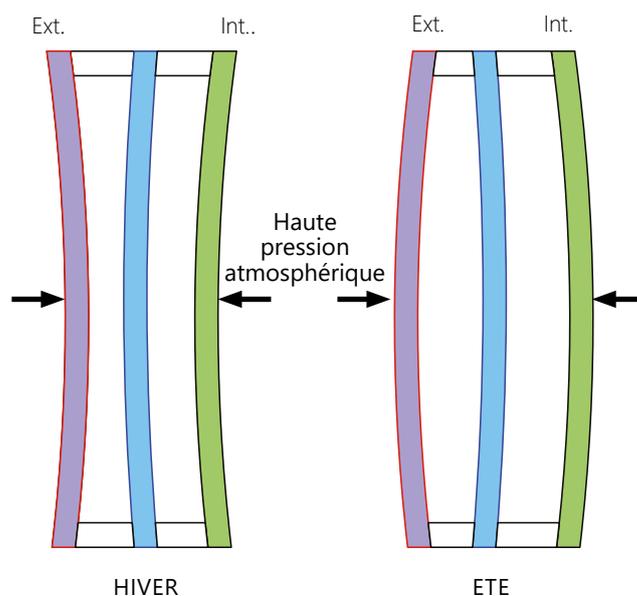
- en **conditions anticycloniques hivernales**, le gaz contenu dans les cavités des vitrages isolants se contracte en raison des pressions atmosphériques élevées et des basses températures. Ceci entraîne une accentuation des sollicitations sur les vitrages. Les barrières de scellement sont moins affectées puisqu'elles sont alors comprimées
- en **conditions anticycloniques estivales**, bien que l'effet des hautes pressions atmosphériques soit cette fois-ci favorable, la combinaison du rayonnement solaire (principalement) et de la température (dans une moindre mesure) engendre une augmentation des sollicitations aussi bien sur les vitrages que sur les scellements hermétiques.

Le comportement du vitrage en hiver et en été est illustré par la figure ci-contre.

Révision de la norme

La norme NBN S 23-002-2 a récemment été révisée et tient compte des récents développements au sein des comités techniques européens de normalisation ('CEN TC 129 – Verre dans la construction' et 'CEN TC 250 – Eurocodes structuraux').

Les cas de pathologies estivales étant relativement nouveaux, les différents comités n'ont pas été en mesure de définir des paramètres de calcul permettant de les éviter. Une note intégrée à l'annexe B de la norme précise néanmoins qu'un **calcul précis de la température au sein des lames de gaz** est recommandé en cas de vitrage fortement absorbant (facteur d'absorption de l'énergie solaire $\alpha_g \geq 45\%$). La note ne détaille toutefois pas les conditions de ce calcul.



Comportement du vitrage avec contraction du gaz en hiver et dilatation en été.

Facteurs d'influence en été

En été, la pression dans la cavité est influencée par :

- **la longueur du petit côté du vitrage** : les longueurs comprises entre 300 et 600 mm sont les plus critiques
- **l'absorption solaire du vitrage (α_g)** : une absorption solaire supérieure à 45 % nécessite une attention particulière, car elle peut engendrer une température problématique
- **l'épaisseur des intercalaires** : la pression dans les cavités étant fonction du volume de gaz contenu, la somme des épaisseurs des cavités des petits vitrages doit idéalement

Situation anticyclonique estivale.

Paramètres de calcul	Situation anticyclonique estivale
Température extérieure	29 °C
Température intérieure	27 °C
Irradiation solaire	<ul style="list-style-type: none"> • Façade : 750 W/m² • Toiture plate : 920 W/m² • Toiture inclinée 1.040 W/m²
Pression atmosphérique minimale lors du scellement	97.500 Pa
Pression atmosphérique maximale lors du scellement	102.500 Pa
Pression à l'instant 't'	102.500 Pa
Température minimale de référence lors du scellement	18 °C
Température maximale de référence lors du scellement	23 °C
Altitude du site de pose	0 m
Altitude du site de production	150 m

être limitée à 24 mm ou 2 x 12 mm

- la **rigidité du vitrage isolant** : les éléments entravant sa déformabilité, tels que les croisillons, les petits bois externes collés sur le vitrage ou les verres extrêmement rigides (antiballes, par exemple) augmentent la pression interne, ce qui peut provoquer des désordres (pertes d'étanchéité, rupture du vitrage, ...).

Le calcul se révèle délicat en situation estivale puisque, outre le facteur d'absorption, il convient de combiner deux autres paramètres essentiels pour déterminer la température au sein des lames de gaz, à savoir : **l'irradiation solaire et la température de l'air extérieur.**

La combinaison des valeurs extrêmes de ces deux paramètres mènerait à des sollicitations irréalistes. Dès lors, comme pour les autres cas de charge envisagés par la norme NBN S 23-002-2, cette combinaison critique a fait l'objet d'un développement sur la base de données climatiques belges. Un logiciel a permis de les combiner à n'importe quel moment de l'année. Une combinaison raisonnable consisterait à considérer :

- l'irradiation solaire maximale en distinguant le cas de la façade verticale, celui de la toiture plate et celui de la toiture inclinée
- la température de l'air extérieur correspondant à la moyenne des températures maximales journalières mesurées sur le mois le plus chaud.

Voici quelques détails concernant les trois cas :

- celui d'une **façade verticale** : l'orientation à l'ouest le 22 juillet à 18 h combine les conditions les plus défavorables : 752 W/m² et 29 °C. L'orientation à l'est se révèle légèrement plus favorable, car elle bénéficie de températures matinales plus fraîches. L'orientation au sud n'est pas critique puisque, au moment d'enregistrer les températures les plus élevées, le soleil se trouve très haut dans le ciel et a donc un impact plus faible (590 W/m²)

- celui d'une **toiture plate** : l'exposition maximale a lieu à 14 h et combine les paramètres d'un rayonnement solaire de 920 W/m² et une température de l'air extérieur de 29 °C
- celui d'une **toiture inclinée** : l'orientation plein sud d'une pente de 30° à 14 h combine les paramètres les plus critiques : 1.040 W/m² et 29 °C.

Bien qu'il soit conseillé d'utiliser les valeurs spectrales des vitrages et les conditions du projet étudié, il serait donc possible de compléter le tableau 20 de la norme NBN S 23-002-2 par le tableau ci-dessus.

En fonction de la composition du vitrage et de son exposition aux éléments climatiques, la pression générée dans les cavités des petits vitrages ou des vitrages rigides peut s'avérer considérable. Ainsi, pour un triple vitrage classique (4/16/4/16/4) de 0,5 m sur 1 m soumis aux conditions estivales reprises dans le tableau ci-dessus, la température dans la cavité extérieure sera de 51 °C et la pression de 2.250 Pa, soit l'équivalent d'un vent soufflant en continu pendant plusieurs heures à 216 km/h. Le vitrage n'y résistera donc pas. Si un vitrage absorbant est choisi comme verre extérieur, la pression peut cette fois grimper jusqu'à 3.302 Pa, soit l'équivalent d'un vent soufflant à 262 km/h.

Dans cette situation, les vitrages (ou les compartiments de vitrage équipés de petits bois) dont le côté le moins large mesure entre 400 et 550 mm et dont la somme des épaisseurs des cavités de gaz est supérieure à 24 mm présentent une **forte probabilité de rupture ou de perte d'étanchéité**. Il est donc conseillé :

- d'éviter autant que possible de concevoir des doubles ou des triples vitrages dont les dimensions sont comprises entre 400 et 600 mm et dont la somme des épaisseurs de cavités dépasse 24 mm
- d'éviter, pour ces vitrages, d'utiliser des verres très absorbants et des éléments rigidifiants tels que des petits bois, ...



ETICS avec revêtements durs : quelles sont les limites d'application ?

Le procédé d'isolation par l'extérieur 'ETICS avec revêtements durs' a déjà été décrit dans [Les Dossiers du CSTC 2015/4.9](#) et [2015/4.15](#). Une Note d'information technique sera publiée à ce sujet au plus tard l'année prochaine. Cet article met en lumière les limites de leur domaine d'application. Celles-ci doivent être prises en compte dès la conception.

Y. Grégoire, ir., responsable des publications sectorielles, division 'Publications et documentation', CSTC

Hauteur maximale de la façade

Il convient de limiter la hauteur de la façade pour les raisons suivantes :

- **la sécurité des personnes** : le tableau A des [Dossiers du CSTC 2015/4.9](#) indique la limitation de la hauteur de la façade en fonction du format et de la masse surfacique du revêtement dur. Ce tableau fera l'objet d'amendements dans la future NIT, afin de tenir compte de l'expérience acquise entretemps
- **les performances de réaction au feu et les risques encourus en cas d'incendie** (voir arrêté royal du 7 décembre 2016 'Normes de base')
- **le risque d'infiltration d'eau en cas de pluie battante**. Pour les ETICS sur construction en bois, mais aussi pour les ETICS sans enduit de base sur tout autre support (sans contrôle externe de l'exécution), la pression d'étanchéité à l'eau ne peut pas dépasser 450 Pa. Le tableau 11 de la [NIT 257](#) permet de définir la hauteur admissible de la façade en fonction de la zone de vent et de la catégorie de rugosité du terrain. Il en ressort que les **applications précitées sont exclues** en catégories de rugosité 0 (zone côtière) et I (plaine)
- **l'action du vent**. La valeur maximale calculée d'après la norme NBN EN 1991-1-4 et son annexe nationale est de 2.000 Pa dans le cas d'un dimensionnement statique (voir [NIT 257](#), tableau D5). Si cette valeur est supérieure, une



A | Recommandations relatives au facteur d'absorption de l'énergie solaire.

Epaisseur du revêtement dur	Orientation de la façade	
	E-S-O	NO-N-NE
	Facteur d'absorption de l'énergie solaire α_s (indice de clarté IC)	
≥ 20 mm	≤ 0,85 (IC ≥ 10)	Pas de limitation
< 20 mm	≤ 0,7 (IC ≥ 25)	



B | Exemples de teinte de plaquettes en terre cuite.

Plaquettes de teintes variées			
	Wienerberger	Wienerberger	Wienerberger
Facteur d'absorption de l'énergie solaire	0,36	0,75	0,90
Indice de clarté	60	14	8
Limite d'utilisation	Aucune limite	Exclu sur une façade orientée E-S-O si l'épaisseur du revêtement est < 20 mm	Exclu sur une façade orientée E-S-O

étude particulière peut être requise (essai dynamique, en soufflerie, ...).

Teinte foncée du revêtement dur

La teinte d'un revêtement dur doit être choisie en fonction de l'orientation de la façade et de son épaisseur. En effet, la température à l'arrière du revêtement pourrait dépasser les 70 °C en cas de teinte foncée. Le tableau A à la page précédente synthétise les recommandations en la matière.

Bien qu'il n'existe pas de relation univoque entre le facteur d'absorption de l'énergie solaire α_g (NBN EN 410) et l'**indice de clarté IC**, le tableau pose des critères pour ce dernier. Ceux-ci ont été déterminés sur la base de l'expérience acquise.

Il y a lieu de consulter la fiche technique du matériau pour s'assurer de la pertinence de son choix (voir tableau B).

Pourcentage minimal de joint

Outre le respect des largeurs minimale et maximale des joints admises, un pourcentage minimal de joint est requis à partir de la classe II de climat intérieur, et ce en particulier dans le cas de revêtements durs très peu perméables à la diffusion de vapeur d'eau. Cette mesure permet de **limiter la résistance à la diffusion de vapeur d'eau** du parachèvement, eu égard au risque de condensation interne à l'interface avec l'isolant, et de **favoriser le séchage** de la paroi.

Un pourcentage de joint suffisant demande de **limiter le format du revêtement**, de manière à ce que la largeur du

joint reste acceptable. Ainsi, certains revêtements courants nécessitent un minimum de 7 % de joint, ce qui correspond à une largeur de 15 mm si le format du revêtement est de 600 x 300 mm. Cette largeur est de 30 mm en cas de format 1.200 x 600 mm. Il va de soi qu'une telle largeur est rarement acceptable tant d'un point de vue technique (*) qu'esthétique.

Format maximal du revêtement dur

Le point précédent explique pourquoi ce format doit être limité, en particulier en cas de revêtement relativement imperméable à la diffusion de vapeur d'eau, étant donné le risque de condensation.

Les grands formats sont particulièrement difficiles à mettre en œuvre (pression et écrasement des sillons de colle) et l'expérience en la matière est encore insuffisante. En outre, une incertitude réside dans le **séchage de la colle** et donc dans ses performances lorsque l'humidité ne peut que difficilement s'évaporer par les joints (cas des revêtements imperméables de grand format).

Dès lors, dans l'état actuel des connaissances, on recommande de **limiter le format du revêtement à environ 2.000 cm²**, sauf autre mention dans l'agrément technique. ◆

Cet article a été rédigé dans le cadre du projet ETICSiv 'Application poussée d'innovations dans le cas d'ETICS avec revêtements durs' subsidié par VLAIO.

(*) La largeur nominale maximale des joints de mortier est généralement comprise entre 12 et 15 mm.

Carrelages : à chaque application son mastic

Pour parachever son travail, le carreleur est souvent amené à réaliser des joints de mastic. Etant donné que le type de mastic détermine les applications pour lesquelles il peut être utilisé, sa durabilité nécessite un choix judicieux du matériau.

T. Vangheel, ir., conseillère principale senior, division 'Communication et formation', CSTC

J. Van den Bossche, ing., conseiller principal senior, division 'Avis techniques et consultancy', CSTC

Qu'est-ce qu'un mastic ?

Un mastic est un matériau conditionné dans un tube et appliqué au pistolet. Un mastic se compose de :

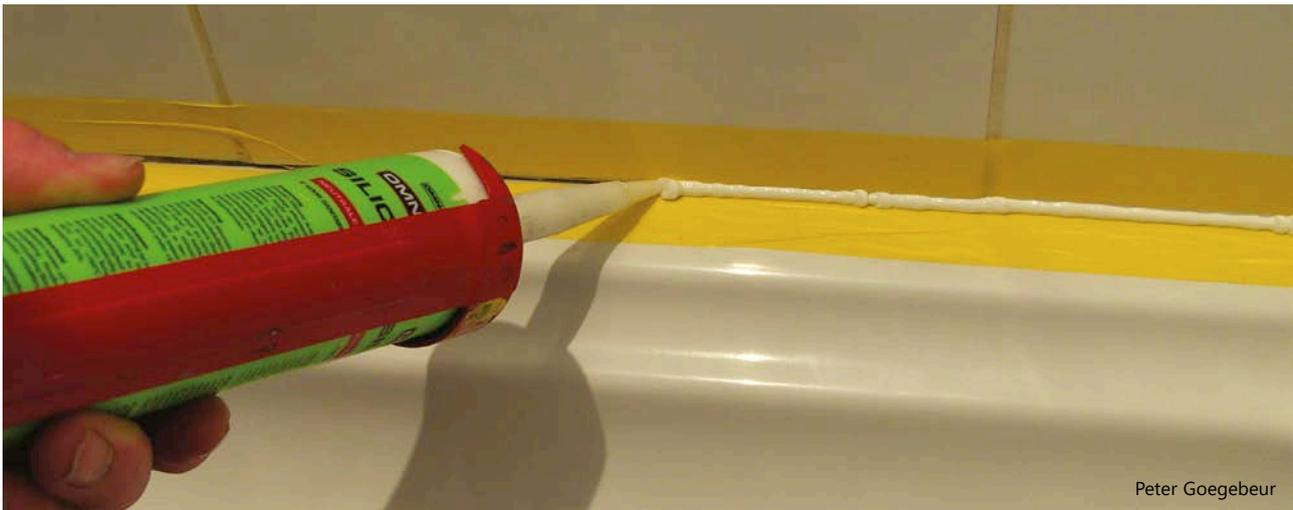
- liants : silicone, acrylate, polyuréthane, sulfure, ...
- pigments, pour la couleur
- charges, qui représentent la composante la plus importante du produit : craie, talc, kaolin, ...
- quelques additifs éventuels : accélérateur, plastifiant, agent fongicide, ...

La composition du mastic détermine ses propriétés, à savoir :

- le risque de tachage
- la déformabilité
- l'élasticité
- la résistance :
 - à l'usure
 - à l'indentation
 - aux températures élevées
 - aux produits chimiques
 - aux moisissures.

Aperçu des différents mastics et de leurs applications.

Type de mastic	Application	Propriétés et remarques
Silicone universel ou silicone acétique	<ul style="list-style-type: none"> • Jointoyage des receveurs de douche, des baignoires, des lavabos, ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Très élastique • Odeur de vinaigre caractéristique (acide acétylsalicylique) • Ne convient pas aux matériaux sensibles (pierre naturelle, par exemple) en raison du risque de décoloration irréversible • Opter pour un mastic ayant une résistance élevée au développement de moisissures.
Silicone neutre	<ul style="list-style-type: none"> • Jointoyage des receveurs de douche, des baignoires, des lavabos, ... • Mise en œuvre de joints de dilatation (type HM pour les applications au sol) 	<ul style="list-style-type: none"> • Comparable au silicone universel, mais ne contient pas d'acide • Convient aux matériaux sensibles (pierre naturelle, par exemple) • Risque d'apparition de taches en bord de joint.
Polysulfure	<ul style="list-style-type: none"> • Réalisation de joints de dilatation (type HM pour les applications au sol) 	<ul style="list-style-type: none"> • Très élastique
Polyuréthane	<ul style="list-style-type: none"> • Colmatage • Collage • Réalisation de joints de retrait et de dilatation 	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne adhérence sur la plupart des matériaux de construction.



Peter Goegebeur

Application d'un joint en mastic autour d'un receveur de douche.

Quelles sont les applications nécessitant l'utilisation d'un mastic ?

Les normes NBN EN 15651 et NBN EN ISO 11600 classent les mastics pour les bâtiments en fonction de l'application visée. Elles distinguent notamment :

- les mastics pour les éléments de façade (type F)
- les mastics pour les vitrages (type G)
- les mastics pour les applications sanitaires (type S).

Les mastics sont utilisés à des fins très diverses, du colmatage de fissures à la réalisation de joints.

Comment choisir le mastic approprié ?

Lorsqu'il est employé pour jointoyer un carrelage, le mastic est susceptible d'être exposé à l'eau, aux rayons UV, à des variations de température, à des produits chimiques, aux salissures et aux moisissures. Il est dès lors nécessaire de **choisir judicieusement** le produit à appliquer (voir aussi le tableau de la page précédente). Cependant, vu la multitude de produits disponibles et l'envergure de leur champ d'application, choisir peut parfois s'avérer difficile. C'est pourquoi il est toujours conseillé de consulter la **fiche technique du fabricant** en vérifiant si le mastic convient à l'utilisation prévue et s'il est compatible avec les matériaux à jointoyer.

Dans les **lieux humides**, il vaut mieux utiliser des mastics fongicides (voir figure ci-dessus). La sensibilité au développement des moisissures est indiquée par l'une des trois classes – S1, S2 et S3 – décrites dans la norme NBN EN 15651-3, où S1 est meilleure que S3. Cette classe est mentionnée dans la déclaration des performances du produit, également appelée DOP pour *Declaration of Performance*. Ces informations ne figurent pas toujours dans les fiches techniques. Les mastics dits 'sanitaires' sont très souvent de classe S1 (à vérifier dans la DOP).

Les mastics utilisés pour jointoyer un **carrelage de sol** doivent être aptes à reprendre les mouvements du support et doivent donc conserver leur élasticité dans le temps. Ils doivent en outre présenter une résistance mécanique élevée et résister aux produits chimiques contenus dans les produits de nettoyage. Il est dès lors recommandé d'employer un mastic à haut module (HM). Les mastics à bas module (LM) assurent principalement l'étanchéité du joint (voir aussi [Les Dossiers du CSTC 2016/3.8](#)), mais sont moins résistants.

Le jointoyage des dalles en **Pierre naturelle** nécessite d'accorder une attention particulière au choix du mastic. Les mastics acides peuvent en effet se révéler agressifs au contact de certains matériaux de finition (pierre calcaire, par exemple) et laisser des taches sur ces derniers. Pour la pierre naturelle, il convient donc de recourir à des mastics neutres. Il est toutefois important de noter que tous les mastics non acides ne conviennent pas pour ce type de revêtement et que des indications telles que 'silicone neutre' ou 'convient pour la pierre naturelle' ne constituent pas toujours une garantie de compatibilité suffisante.

Etant donné que le produit de lissage peut, lui aussi, provoquer des taches, il est vivement recommandé de tester au préalable le mastic et ce produit sur une surface d'essai, afin de vérifier leur action sur le matériau de finition.

Comment entretenir les joints en mastic ?

Les joints souples d'un carrelage sont à vérifier régulièrement et – si nécessaire – à entretenir ou à remplacer. Cette vérification consiste en un **contrôle visuel** des joints en mastic et de leur adhérence aux carreaux ou aux autres matériaux.

Dans le cas d'un revêtement intérieur, la première inspection doit avoir lieu un an après la mise en œuvre des joints, puis tous les trois ans. Pour ce qui est des sols extérieurs, il est préférable d'effectuer cette inspection chaque année. ◆





Quid des traitements transparents pour béton apparent ?

Les surfaces en béton apparent des bâtiments classés sont difficiles à réparer en raison de certaines contraintes liées à la conservation de leur aspect. Une étude récente montre que des traitements transparents mats ou hydrofuges pourraient répondre à la fois aux exigences de réparation des bétons et à la conservation de leur aspect. Chacun de ces produits a évidemment des implications et des avantages qui lui sont propres.

E. Cailleux, dr., chef adjoint du laboratoire 'Chimie du bâtiment', CSTC

Contexte

Les **réactions de corrosion** apparaissant à la suite d'une **carbonatation du béton** constituent l'une des pathologies le plus fréquemment rencontrées sur les édifices en béton armé (voir photo ci-dessous). Elles produisent des dégradations (fissures, éclats, délamination, ...) que l'on traite généralement au moyen d'un mortier de réparation. Bien souvent, un revêtement de protection (coating) est également appliqué en surface, afin de :

- retarder la carbonatation
- limiter les infiltrations d'eau
- réduire les réactions de corrosion (voir [NIT 231](#)).

Un tel revêtement est notamment recommandé en cas de faible profondeur d'enrobage (< 10 mm).

Pour les bâtiments classés, l'aspect et le matériau d'origine doivent être conservés au maximum. L'application d'un coating opaque à la surface du béton n'est donc généralement pas possible, bien que celui-ci soit nécessaire pour garantir une certaine durabilité des réparations.

Exemple de dégradation liée à la corrosion des armatures induite par la carbonatation du béton.



Traitements

Afin de répondre à cette problématique, une étude a été récemment menée sur :

- des **revêtements de protection d'aspect mat transparent**
- des **hydrofuges**.

Ces derniers, bien qu'autorisés par la normalisation pour la réparation des bétons, restent peu utilisés en Belgique, dans la mesure où ils soulèvent toujours de nombreuses questions en matière d'efficacité, de délai d'entretien ou encore de contraintes ou de conséquences dues à leur utilisation.

Ces deux types de produits sont couverts par la norme NBN EN 1504-2 (marquage CE) et peuvent faire l'objet d'un marquage BENOR. Ils ont été développés spécifiquement pour des applications sur béton et répondent à des exigences techniques précises (voir [Les Dossiers du CSTC 2017/4.11](#)).

L'étude s'est concentrée sur le traitement des parois verticales. Les revêtements de protection et les hydrofuges considérés ne sont pas prévus pour être utilisés sur des surfaces horizontales. Les caractéristiques de base des produits sélectionnés ont été comparées avant leur mise en œuvre *in situ* sur des dalles de béton instrumentées de différents capteurs ainsi que sur la façade ouest de la tour de police d'Anvers, datant des années 1960, instrumentée elle aussi. Le comportement en vieillissement naturel des bétons traités est suivi depuis près de trois ans déjà.

Résultats

Les résultats des mesures effectuées sur les dalles et sur la tour de police sont similaires. Ainsi, quel que soit le traitement employé, on constate qu'il diminue le taux d'humidité relative à l'intérieur du béton et que la corrosion des armatures devient négligeable, même pour des aciers placés à moins de 10 mm de la surface.

Comparaison des deux types de traitements transparents pour béton apparent.

Critère	Coating de protection transparent mat	Hydrofuge
Aspect du béton	De légères variations de brillance ont été mesurées. Visuellement (observation à 2 m), elles restent cependant négligeables.	<ul style="list-style-type: none"> Aucune modification d'aspect (couleur et brillance) n'a été notée avec les produits testés, même au toucher. Comme pour les hydrofuges pour maçonnerie, certains traitements pourraient modifier légèrement la teinte. Un test préalable est recommandé.
Application	Une attention particulière doit être portée au recouvrement du béton, car les zones oubliées (au niveau des bulles, des angles du béton, ...) constituent des entrées d'eau préférentielles.	L'hydrofuge est moins sensible aux défauts et à la rugosité de surface du béton.
Comportement sur le béton	Le coating reste à la surface du béton pour former un film.	<ul style="list-style-type: none"> L'hydrofuge pénètre dans le béton. En laboratoire, les produits les plus performants sont entrés de 10 à 15 mm dans un béton disposant d'un rapport eau sur ciment de 0,7 (formulation normalisée). Sur site, la profondeur de migration dépend de plusieurs facteurs : formulation du béton, état de surface (érodée, par exemple), ... Dans certains cas, les armatures situées à proximité de la surface peuvent se retrouver partiellement ou totalement dans la zone hydrofugée.
Protection vis-à-vis de la carbonatation	Le coating ralentit fortement la carbonatation en empêchant le CO ₂ atmosphérique de migrer à l'intérieur du béton.	<ul style="list-style-type: none"> Les essais réalisés en laboratoire montrent que l'hydrofuge n'offre aucune protection contre la carbonatation. Sur site, l'hydrofuge pourrait accélérer la carbonatation en diminuant le taux d'humidité relative à l'intérieur du béton.
Perméabilité à la vapeur d'eau	La perméabilité à la vapeur d'eau du coating est généralement inférieure à celle des hydrofuges. Les infiltrations d'eau accidentelles sont éliminées moins rapidement.	Les meilleurs produits ne ralentissent que très peu les possibilités de séchage du béton. Des variations importantes de performance ont néanmoins été notées entre les hydrofuges.
En cas de fissure dans le béton	Le coating peut supporter, sans se rompre, l'apparition de fissures dans le béton, qui reste ainsi protégé contre la carbonatation et les infiltrations d'eau. La largeur de fissure acceptée est fonction du produit.	En cas de fissuration du béton, l'efficacité de l'hydrofuge est diminuée et l'eau pénètre localement dans le béton.

La comparaison des modes d'application et des performances de base des traitements révèle toutefois plusieurs différences. Le tableau ci-dessus montre que le choix de l'une ou l'autre solution entraîne des modifications du comportement du béton et, notamment, de sa vitesse de carbonatation.

L'enregistrement des données se poursuit actuellement, afin d'obtenir des informations complémentaires concernant la

durabilité des produits. En effet, les hydrofuges sont susceptibles de présenter une **durabilité supérieure** à celle des coatings en raison de leur migration importante dans le béton. A l'issue du projet, il pourrait apparaître qu'un enregistrement en continu du taux d'humidité relative du béton pourrait constituer une solution simple pour suivre l'efficacité du traitement. Appliqué sur site, un tel monitoring pourrait en outre permettre d'évaluer plus précisément les besoins d'entretien. 

Calcul de la charge thermique des bâtiments : révision de la norme

Le calcul de la charge thermique des bâtiments, également connu sous le nom de calcul des déperditions calorifiques, constitue une étape indispensable dans le dimensionnement d'une installation de chauffage. La méthode de calcul a subi quelques modifications à la suite de la publication, en 2017, d'une révision de la norme européenne en la matière et, tout récemment, de l'annexe nationale belge correspondante.

C. Delmotte, ir., chef de projet principal, division 'Installations intelligentes et solutions durables', CSTC

Pourquoi une annexe nationale ?

Le calcul de la charge thermique des bâtiments nécessite la prise en compte de paramètres aux **caractéristiques régionales très marquées**. Il s'agit entre autres :

- des températures extérieures
- des températures intérieures de confort
- de la température du sol
- de la température des bâtiments voisins
- de l'étanchéité à l'air des bâtiments.

Ces paramètres doivent être publiés sous la forme d'une annexe nationale à la norme européenne. Ainsi, en Belgique, l'annexe en question est référencée comme suit : NBN EN 12831-1 ANB:2020. L'acronyme ANB signifie à la fois annexe nationale et *nationale bijlage*.

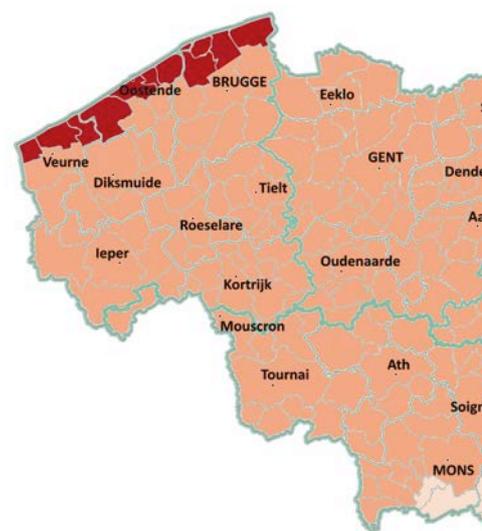
Température extérieure

Pour tenir compte des effets du réchauffement climatique, la température extérieure de base des différentes communes de Belgique a été augmentée de 1 °C (voir carte ci-contre).

La température extérieure de base est définie comme étant la température extérieure moyenne journalière en dessous de laquelle on ne descend en moyenne qu'une fois par an.

Etanchéité à l'air

L'étanchéité à l'air des bâtiments est un paramètre essentiel dans le calcul de la charge thermique. L'infiltration d'air froid en provenance de l'extérieur peut en effet générer un **refroidissement non négligeable** et requérir une **puissance de chauffage considérable**.



Les nouvelles températures extérieures de base pour le calcul de la charge thermique des bâtiments ont été relevées de 1 °C.

Température extérieure de base	Température minimale (*)	Température extérieure annuelle moyenne
-6 °C	0 °C	10 °C
-7 °C	0 °C	10 °C
-8 °C	-1 °C	10 °C
-9 °C	-2 °C	9 °C
-10 °C	-3 °C	8 °C
-11 °C	-3 °C	7 °C

(*) Température extérieure minimale moyenne du mois le plus froid

La prise en compte de l'étanchéité à l'air est basée idéalement sur une mesure effectuée conformément à la norme NBN EN ISO 9972. Toutefois, lorsque la construction d'un bâtiment n'est pas encore commencée ou terminée, l'étanchéité à l'air peut être estimée sur la base d'éventuelles exigences réglementaires ou contractuelles. Ainsi, si le cahier des charges impose de limiter le taux de renouvellement d'air à 50 Pa (valeur n_{50}) à une valeur maximale de trois par heure (3 h^{-1}), il est raisonnable d'en tenir compte dans le calcul de la charge thermique, au même titre que d'autres informations telles que les plans du bâtiment et la valeur du coefficient de transmission thermique des parois. En dernier recours, en l'absence de toute information pertinente, on peut faire appel à la valeur par défaut figurant dans l'annexe nationale ($n_{50} = 6 \text{ h}^{-1}$).

Puissance supplémentaire de préchauffage

Les espaces chauffés par intermittence peuvent nécessiter une puissance supplémentaire de préchauffage (ou surpui-

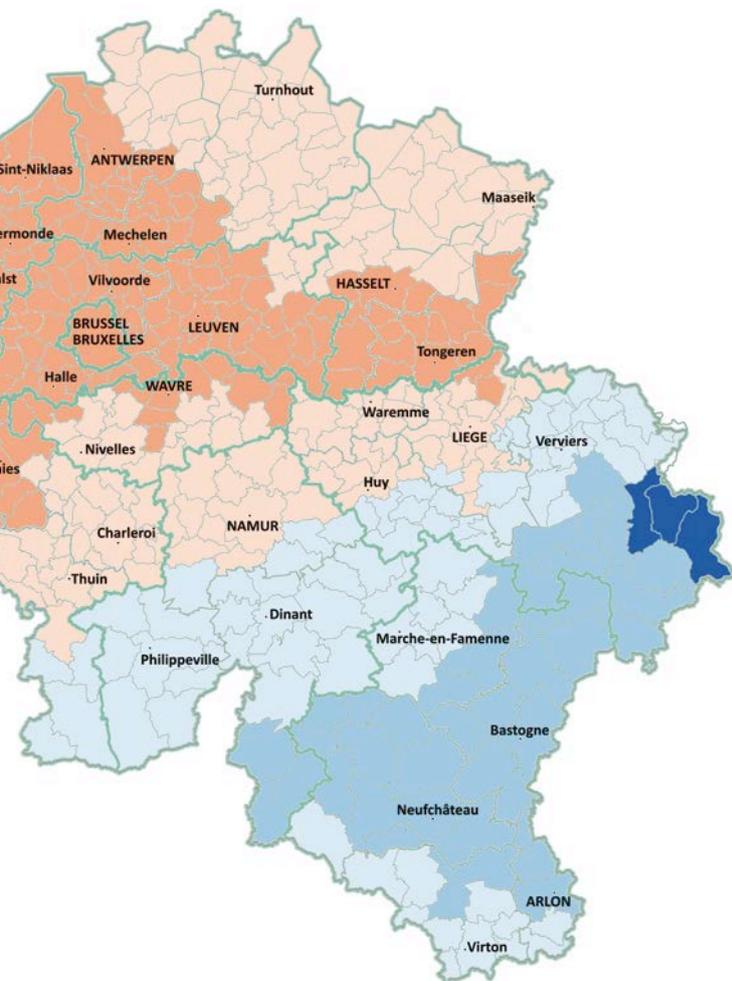
Outil de calcul

Même pour une maison unifamiliale ou un appartement, la quantité d'opérations à effectuer pour calculer la charge thermique est loin d'être négligeable. Il est donc recommandé de réaliser ce calcul à l'aide d'un logiciel spécifique.

Divers logiciels étant disponibles sur le marché, il est important de vérifier leur conformité à la norme NBN EN 12831-1 et à son annexe nationale belge.

Une feuille de calcul au format Excel est disponible gratuitement sur le site Internet du CSTC. Elle est conforme à la méthode simplifiée présentée dans l'annexe nationale à la norme NBN EN 12831-1 et permet de gérer jusqu'à 20 espaces chauffés et 20 types de parois différents.

Les rapports de calcul peuvent être émis en français, néerlandais, allemand et anglais.



IGN / CSTC

sance de relance) pour atteindre la température intérieure de confort après un abaissement de la température sur une certaine période.

Afin de ne pas trop surdimensionner l'installation de chauffage des bâtiments résidentiels, il est toutefois recommandé de ne pas tenir compte de la puissance supplémentaire de préchauffage. Cela demande néanmoins l'installation d'un **système de régulation** permettant d'annuler l'intermittence pendant les jours les plus froids de l'année.

Pour les bâtiments non résidentiels, il est conseillé de convenir explicitement des besoins en puissance supplémentaire de préchauffage avant de procéder au calcul de la charge thermique nominale.

Méthode simplifiée supplémentaire

La méthode de calcul standard de la norme NBN EN 12831-1 requiert une quantité considérable de données et un niveau de détail qui ne sont pas toujours compatibles avec la réalité du terrain. Cette méthode fait également appel à plusieurs facteurs inconnus en réalité et dont le choix, nécessairement aléatoire, n'offre finalement qu'une illusion de précision.

La commission de normalisation belge a donc jugé pertinent de proposer une méthode de calcul simplifiée propre à la Belgique. Cette méthode nécessite moins de données (principalement en ce qui concerne le renouvellement d'air) et de choix aléatoires, tout en gardant un niveau de détail suffisant pour le dimensionnement de l'installation de chauffage.

L'annexe nationale belge permet d'appliquer tant la méthode de calcul standard de la norme NBN EN 12831-1 que la méthode simplifiée. 





Faut-il rincer les installations d'eau potable avant leur mise en service ?

Pour éliminer la saleté présente dans les installations d'eau potable et améliorer la qualité hygiénique de l'eau après une période de stagnation, il est conseillé de rincer les conduites avant leur mise en service. Ces rinçages sont toutefois rarement mis en pratique. En 2019, le Comité technique 'Plomberie sanitaire et industrielle, installations de gaz' a demandé au CSTC de mener une campagne d'essais, afin d'évaluer l'utilité de ces rinçages.

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

1 Contexte de la campagne d'essais

Au cours de cette campagne d'essais, les installations d'eau potable des huit bâtiments suivants ont été rincées :

- trois résidences-services
- un centre de soins de jour
- une crèche
- un immeuble de chambres d'étudiants
- un immeuble d'appartements
- un laboratoire universitaire.

La norme NBN EN 806-4 et quelques autres documents de référence formulent des recommandations relatives au

rinçage des installations d'eau potable avant leur mise en service. Les temps de rinçage ont ainsi été calculés à partir du plan des conduites et un protocole d'essai détaillant toutes les étapes du rinçage a été établi. Bien que cette méthode ait été rigoureusement appliquée au départ, elle s'est révélée quasi impossible à mettre en œuvre. Pour ne citer qu'un exemple, le rinçage de l'installation d'eau potable d'une nouvelle résidence-service n'a pas pu être achevé en un seul jour ouvrable, et ce malgré la présence de cinq techniciens.

Pour vérifier la qualité hygiénique de l'eau avant et après le rinçage, plusieurs échantillons ont été prélevés à un certain nombre de robinets présélectionnés (voir figure 1). Etant donné que des essais simples tels que le contrôle de la conductivité de l'eau n'ont pas permis de déterminer la présence d'impuretés, il a été décidé de se concentrer sur l'**analyse microbiologique de l'eau** (détermination du nombre total de germes et analyses de légionelles, par exemple).

1 | Prélèvement d'un échantillon après rinçage.



2 Principales constatations

2.1 Le rinçage est nécessaire

Il ressort de la campagne d'essais que le rinçage des installations d'eau potable a non seulement un effet bénéfique sur la qualité de l'eau, mais qu'il est même **généralement nécessaire** pour obtenir une eau de qualité satisfaisante. Il a ainsi été possible de réduire considérablement l'importante contamination bactérienne de plusieurs installations. De même, alors que la concentration en légionelles de deux installations était respectivement de 23.000 UFC/L et 7.500 UFC/L (unités formant colonies par litre), un rinçage a permis de faire chuter cette concentration sous le seuil de 1.000 UFC/L.

2.2 Il est possible de réduire le temps de rinçage et de restreindre le protocole de rinçage

Le temps de rinçage est calculé sur la base du nombre de renouvellements de l'eau dans les conduites et de la longueur de ces dernières. La campagne d'essais a démontré que vingt renouvellements – comme le stipule la norme NBN EN 806-4 – n'apportent rien de plus par rapport à dix renouvellements. En revanche, d'après les premiers résultats d'essai, il semble insuffisant de ne procéder qu'à cinq renouvellements.

Il a ensuite fallu déterminer s'il suffisait de rincer le **réseau d'alimentation principal** du bâtiment d'abord et toutes les sous-boucles ensuite, ou de procéder au rinçage successif de chaque section de conduite, comme le mentionne la norme. Il est apparu que la première approche, plus simple, était également efficace.

Le temps de rinçage (T) du réseau d'alimentation principal est fonction de son diamètre et est calculé selon la formule suivante :

$$T = 10 \times L \text{ [s]}$$

où L représente la distance entre le compteur d'eau et le robinet situé le plus en aval.

Lors du rinçage du réseau d'alimentation principal, il convient d'ouvrir un nombre suffisant de robinets dans les sous-boucles situées en aval, en commençant par celui qui se trouve le plus en aval. La somme des débits de puisage de l'ensemble des robinets ouverts doit être au moins égale au débit de rinçage correspondant au diamètre le plus important mesuré dans le réseau d'alimentation principal (voir le tableau 4 dans [Les Dossiers du CSTC 2011/4.16](#) et la figure 2 ci-dessus). Pour déterminer le nombre total de robinets à ouvrir en aval, ce débit de rinçage doit ensuite être divisé par 0,1 L/s (qui peut être considéré comme le débit moyen par point de puisage). Le temps de rinçage commence à être décompté dès l'ouverture du dernier robinet situé le plus en amont. Une fois le temps de rinçage écoulé, tous les robinets ouverts sont à refermer dans l'ordre inverse.

Il faut ensuite rincer les sous-boucles pour lesquelles aucun robinet n'a été ouvert durant le rinçage du réseau d'alimentation principal. Dans la mesure du possible, il faut veiller à ce que le temps de rinçage soit identique. Celui-ci peut être calculé en se basant sur la conduite la plus longue de toutes les sous-boucles.

Cette approche est applicable aux réseaux d'eau froide et d'eau chaude.

2.3 Il faut d'abord rincer les conduites d'eau froide

Le réseau d'eau chaude étant alimenté par celui d'eau froide, il est conseillé de commencer par rincer le réseau d'eau froide, afin de réduire le risque de contamination. A cet



2 | Mesure du débit de rinçage.

égard, il y a lieu de signaler que le rinçage doit toujours se faire à l'**eau potable fraîche**. En effet, si l'eau d'une installation existante est contaminée (par des légionelles, par exemple), cette contamination se propagera, en cas de rinçage d'une extension du réseau, dans la nouvelle section du bâtiment.

2.4 Le rinçage doit avoir lieu juste avant la mise en service

L'analyse des échantillons d'eau prélevés deux mois après un rinçage a révélé que l'eau est susceptible de retrouver rapidement sa (mauvaise) qualité si elle stagne à nouveau. Après une semaine d'inactivité, il est dès lors recommandé de renouveler une fois le contenu des conduites. Il est donc conseillé de rincer l'installation juste avant sa mise en service.

3 Conclusion

Pour autant que les robinets soient utilisés régulièrement après le rinçage, la qualité hygiénique de l'eau potable peut être améliorée en renouvelant dix fois la contenance des conduites lors de la mise en service de l'installation. Vingt renouvellements n'apportent aucune amélioration significative. Il est possible de simplifier le protocole de rinçage en se concentrant sur le réseau d'alimentation principal et non plus sur chaque section de conduite. ◆

FAQ

Faut-il craindre un décollement des panneaux isolants d'une toiture plate lorsqu'on voit apparaître le dessin de ces panneaux au travers de l'étanchéité ?

Non, pas nécessairement. Il arrive parfois que des désaffleurements et de petites ouvertures apparaissent entre les panneaux d'isolation thermique en raison de la mise en œuvre ou des tolérances relatives au support et aux matériaux utilisés. L'ampleur avec laquelle les irrégularités du support apparaissent dans l'étanchéité de toiture dépend principalement du mode de fixation des panneaux isolants et de l'épaisseur de l'étanchéité. Dans le cas de panneaux isolants collés, ces désaffleurements se répercuteront bien évidemment plus vite en cas d'utilisation d'une étanchéité synthétique (de plus faible épaisseur). Il s'agit davantage d'une question esthétique que d'un problème fonctionnel.



Plus d'informations : [NIT 244](#)

Pour quelles applications domestiques l'eau de pluie peut-elle être utilisée ?

L'eau de pluie peut être utilisée pour certaines applications qui ne nécessitent pas une qualité d'eau potable (WC, arrosage du jardin, nettoyage, ...). L'eau de pluie ne peut être utilisée que pour des applications non sanitaires et jamais en cuisine ou dans la salle de bain (lavabo, bain, douche), et ce même si elle subit des traitements spéciaux (filtration, filtre à charbon actif, osmose, ultrafiltration, ...). D'après les prescriptions techniques de Belgaqua, les canalisations en contact avec l'eau de pluie ne peuvent pas être raccordées au réseau d'eau potable (même pas avec une vanne ou un clapet antiretour).



Plus d'informations : [Les Dossiers du CSTC 2014/1.3](#)

Peut-on peindre un mur creux postisolé ?

Oui. Si la maçonnerie de parement n'est pas trop exposée aux actions climatiques et qu'elle est en bon état (voir annexe 2 de la [NIT 246](#)), on peut utiliser des peintures très perméables à la vapeur d'eau (caractérisées par une résistance à la diffusion de vapeur $S_d \leq 0,05$ m).

Plus d'informations : [NIT 246](#) et [NIT 249](#)



Publications du CSTC



Les Dossiers du CSTC

- 2018/4.11** Maisons énergétiquement performantes : quelle est leur consommation réelle ?
- 2019/2.10** Les récupérateurs de chaleur : leurs performances mises à l'épreuve !
- 2019/4.1** La réaction alcali-silice : de nouvelles mesures de prévention
- 2019/4.13** Local de chauffe : destination, ventilation et amenée d'air comburant
- 2019/5.8** Les trop-pleins sur les toitures plates



Notes d'information technique

NIT 271 Exécution des maçonneries

Cette NIT est consacrée à l'exécution des maçonneries. Elle décrit les matériaux utilisés et les critères de choix, synthétise les exigences posées à la maçonnerie en fonction de l'utilisation et formule un ensemble de recommandations de mise en œuvre.

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 e-mail (publ@bbri.be).

Formations

- Pour plus d'informations au sujet des formations, veuillez contacter T. Vangheel par téléphone (02/716.42.11) ou par e-mail (info@bbri.be).
- Lien utile : www.cstc.be (rubrique 'Agenda').

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

Editeur responsable : Olivier Vandooren, 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

Révision linguistique J. D'Heygere et A. Volant
Traduction : J. D'Heygere
Mise en page : J. Beauclercq et J. D'Heygere
Illustrations : R. Hermans et Q. van Grieken
Photographies CSTC : M. Sohie et al.



Recherche • Développe • Informe

Principalement financé par les redevances de quelque 95.000 entreprises belges représentant la quasi-majorité des métiers de la construction, le CSTC incarne depuis plus de 55 ans le centre de référence en matière scientifique et technique, contribuant directement à l'amélioration de la qualité et de la productivité.

Recherche et innovation

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

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

Développement, normalisation, certification et agréation

A la demande des acteurs publics ou privés, le CSTC réalise divers développements sous contrat. Collaborant activement aux travaux des instituts de normalisation, tant sur le plan national (NBN) qu'europpéen (CEN) ou international (ISO), ainsi qu'à ceux d'instances telles que l'Union belge pour l'agrément technique dans la construction (UBAAtc), 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 750 sessions de cours et conférences thématiques impliquant les ingénieurs du CSTC, plus de 18.000 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

Brussels Greenbizz

Rue Dieudonné Lefèvre 17, B-1020 Bruxelles
tél. 02/233 81 00