cstc.be
Recherche • Développe • Informe

Contact

2015/3

Une édition du Centre scientifique et technique de la construction



Pilotage 3D
p6-7

Résistance à l'usure du béton
p8-9

Cloisons en verre
p18-19

Chauffage au bois
p28-29

Dépôt : Bruxelles X • Numéro d'agréation : P 401010
12e année • Trimestriel









Sommaire

2015/3

Johan Willemen, nouveau président du CSTC 3

Quelles charges spécifiques au chantier prendre en compte ? 4

Pilotage 3D des engins sur les chantiers de demain 6

Résistance à l'usure des sols en béton d'après l'essai de Böhme 8

Traversée des conduits de fumée en toitures inclinées : distance de sécurité vis-à-vis des matériaux combustibles 10

Raccord d'une étanchéité de toiture à une construction enterrée 12

Nouvelles solutions de façades à ossature en bois répondant aux prescriptions de sécurité incendie 14

Exposition des parois au vent : influence sur l'étanchéité à l'air 16

Dimensionnement des cloisons en verre 18

Impact environnemental des briquettes sur isolant extérieur 20

Quels sont les documents nécessaires pour un chantier en pierre naturelle réussi ? 22

Désaffleurements admissibles entre carreaux céramiques collés 24

Vers une appréciation plus objective des couleurs et des écarts admissibles 26

Amenée d'air comburant pour le chauffage local au bois 28

Ecoconception et étiquetage énergétique pour les appareils de production d'ECS 30

Directives visant à réduire le bruit dans les installations de distribution d'eau 32

Suivi des coûts d'un projet 34

Johan Willemen, nouveau président du CSTC

Après trois années en tant que président de la Confédération Construction, Johan Willemen est devenu, le 28 avril dernier, **le nouveau président du CSTC**. Il succède ainsi à Jacques Gheysens qui veilla aux destinées du Centre durant six années. Il suit également les traces de son père, Paul Willemen, qui présida le CSTC de 1981 à 1992.

Johan Willemen est ingénieur civil en construction et CEO de **Willemen Groep**. En 1972, il rejoint l'entreprise familiale encore dirigée par son père. C'est en juin 1999 que naît Willemen General Contractor qui se spécialise dans un premier temps dans la construction de bâtiments utilitaires et d'immeubles à appartements. Le groupe reçut le titre d'**Entreprise de l'année** en 2013. Une belle récompense quand on sait que c'est, à ce jour, la seule entreprise du secteur de la construction à avoir été primée.

Johan Willemen ne se contente pas de défendre les intérêts des entreprises belges, il est également président de la **FIEC** (Fédération de l'industrie européenne de la construction) qui représente de nombreuses entreprises européennes du secteur de la construction – tant les PME que les acteurs mondiaux.



On le voit, Johan Willemen s'est toujours investi non seulement dans le développement de son entreprise, mais aussi dans la défense de l'intérêt collectif. Cette mission, le CSTC la partage avec lui, puisque notre objectif principal est de veiller à **améliorer la compétitivité des entreprises belges** par le biais de la recherche et de l'innovation, du développement industriel et de la diffusion du savoir. Johan Willemen pourra donc compter sur le plein appui de tous les collaborateurs du Centre pour mener à bien nos objectifs communs.

Les calculs de dimensionnement d'un ouvrage servent principalement à vérifier que la structure finale sera capable de reprendre toutes les charges auxquelles elle sera soumise au cours de son utilisation. Mais il arrive parfois que des situations temporaires plus critiques surviennent durant la construction même de l'ouvrage ou durant le transport des éléments préfabriqués.

Quelles **charges spécifiques au chantier** prendre en compte ?

Il est en effet important de garder à l'esprit que, lors du chantier, certaines surcharges spécifiques peuvent survenir. Il est de la responsabilité conjointe du bureau d'études et de l'entrepreneur d'en tenir compte à toutes les étapes.

Parmi les exemples classiques de situations pouvant s'avérer dangereuses, nous pouvons notamment citer la manutention de grandes poutres préfabriquées, le poussage d'éléments de ponts ou encore le coulage du béton frais sur des profilés de type bacs en acier. Pour ces derniers, en effet, la limitation des flèches en cours de chantier détermine bien souvent la portée maximale des planchers et le nombre d'étançons à installer.

Le but de cet article est d'aider les bureaux d'études et les entrepreneurs à mettre en œuvre les moyens pour réaliser le projet de manière sécuritaire et économique. Nous y présentons en particulier certaines règles définies dans la norme NBN EN 1991-1-6 (+ ANB) (*) concernant les charges de chantier (personnel, outils, stockage des matériaux, coffrages, grues…) et les actions climatiques (vent, neige, température…).

Actions climatiques et période de retour

D'une manière générale, la charge maximale pour les actions climatiques est établie pour une période de retour de 50 ans. Cela signifie que les structures sont capables de résister à une tempête d'une intensité telle qu'elle ne survient en moyenne qu'une fois tous les 50 ans. Il est néanmoins possible de réduire cette période pour certaines phases temporaires du chantier. Le tableau de la page suivante indique la période de retour à considérer en fonction de la durée de la phase de chantier ainsi que la réduction que cela représente par rapport à la charge de vent maximale.

De plus, pour une phase de chantier s'étendant jusqu'à trois mois, les actions peuvent être déterminées en tenant compte, selon le cas, de variations climatiques et météorologiques saisonnières et de plus courte durée. En effet, l'importance de la crue d'un fleuve ou la force des vents, par exemple, dépendent de la période de l'année considérée.

Effondrement d'un pignon maçonné à la suite de fortes sollicitations du vent



(*) Eurocode 1 : Actions sur les structures. Partie 1-6 : Actions générales. Actions en cours d'exécution (+ Annexe nationale).

> En général, une structure est capable de résister à une tempête d'une intensité telle qu'elle ne survient en moyenne qu'une fois tous les 50 ans.

Pour donner un exemple concret, une structure construite au mois de juin, dont les contreventements ne seraient installés qu'après une semaine, devrait être capable de résister à l'action du vent dont la période de retour est de cinq ans (28 % de réduction), réduite d'un coefficient saisonnier de 0,69 (NBN EN 1991-1-4 + ANB). Cela signifie que cette structure doit malgré tout être en mesure de résister à environ 50 % de l'effort de vent final, alors même que les contreventements ne sont pas installés.

Une situation posant régulièrement problème concerne la construction des pignons maçonnés. En effet, ceux-ci ne présentent presque aucune résistance au vent et on ne dénombre dès lors plus les cas d'effondrements en cours de chantier (voir photo). Il faut donc toujours veiller à contreventer suffisamment ce type de construction, même pour des situations de très courte durée.



Période de retour et réduction de l'action du vent à considérer en fonction de la durée de la phase de chantier

Durée de la phase de chantier	Période de retour	Réduction de l'action du vent
≤ 3 jours	2 ans	40 %
> 3 jours et ≤ 3 mois	5 ans	28 %
> 3 mois et ≤ 1 an	10 ans	19 %
> 1 an	50 ans	0 %

Charges de chantier

Lors du chantier, un certain nombre de charges qui n'apparaîtront plus au cours de la durée de vie du bâtiment peuvent se présenter. La norme NBN EN 1991-1-6 (+ ANB) prévoit diverses catégories de charges spécifiques au chantier, notamment le personnel, le stockage des matériaux, les équipements…

Ces charges doivent être définies pour chaque projet individuel. La norme impose cependant une charge répartie de 1 kN/m² (100 kg/m²) pour le personnel et le petit outillage et une charge minimale de 0,5 kN/m² (50 kg/m²) pour les équipements. Dans le cas particulier des ponts, la norme prévoit également une charge répartie de 0,2 kN/m² (20 kg/m²) et une charge concentrée de 100 kN (10 t).

Charge lors du coulage du béton frais

La norme exige que la structure primaire (coffrage, prédalles, bacs acier…) soit capable de reprendre localement 10 % du poids total du béton frais. Etant donné que cette charge n'est pas toujours bien prise en compte lors de la conception, il paraît prudent de veiller à étaler le béton le plus rapidement et le plus régulièrement possible.

On veillera également à n'accumuler aucun matériau de chantier sur des bacs en acier encore 'nus', et ce, afin d'éviter de créer des déformations irréversibles, voire des effondrements localisés.

G. Zarmati, ir., chef de projet, laboratoire Structures, CSTC
B. Parmentier, ir., chef de la division Structures, CSTC

Fiche synthétique

Une fiche synthétique intitulée 'Actions en cours d'exécution' peut être téléchargée gratuitement sur le site de l'Antenne Normes 'Eurocodes' : http://www.bbri.be/antenne_norm/eurocodes/fr/table_belg_EN.html

L'automatisation sur chantier : un sujet complexe, s'il en est... En effet, les techniques de production avancées et la robotique utilisées dans les autres branches du secteur ne sont pas forcément applicables à n'importe quel chantier. Les nouvelles technologies ont pourtant le vent en poupe. Ainsi, en matière de terrassement, de préparation du terrain et de travaux d'infrastructure, le pilotage 3D offre de nombreuses possibilités d'automatiser partiellement les travaux, mais surtout d'optimaliser ces derniers (voir figure 1).

Pilotage 3D des engins sur les chantiers de demain

Qu'est-ce que le pilotage 3D ?

Le terme 'pilotage 3D' renvoie à un certain nombre de techniques de pilotage d'engins efficaces, basées sur les signaux de contrôle. Celles-ci sont principalement appliquées dans les domaines de la géotechnique, des travaux de voirie et de terrassement dans le génie civil. L'avantage de ces techniques réside dans le fait qu'il n'est plus nécessaire d'effectuer manuellement les opérations de mesurage et de nivellement sur des chantiers de grande envergure. Le pilotage des engins se fait au moyen de lasers, de stations totales ou de signaux GPS corrigés ou non, en fonction du degré de précision souhaité.

Concernant les travaux de terrassement, il est possible de recourir à un signal GNSS (*Global Navigation Satellite System*) ([1]). Ce signal n'étant toutefois pas suffisamment précis, une correction doit généralement être appliquée localement. En Belgique, cette correction peut être effectuée à l'aide des systèmes FLEPOS ([2]) ou WALCORS ([3]) – proposés respectivement par la Flandre et la Wallonie – qui comparent le signal GNSS avec les signaux d'une série de balises locales, afin de pouvoir déterminer les coordonnées à quelques centimètres près (voir figure 2 à la page suivante). En revanche, s'il est nécessaire d'être précis à l'échelle de quelques millimètres (pour les travaux de parachèvement, par exemple), on utilisera généralement une station totale à proximité de l'engin. Cette station, constituée d'un télémètre et d'un théodolite, indique en permanence les coordonnées exactes grâce à des récepteurs installés sur l'engin.

Avantages et inconvénients du pilotage 3D

Théoriquement, le chef de projet devrait à l'avenir avoir la possibilité d'envoyer directement ses plans 3D aux engins de construction et à leurs opérateurs, qui pourront ensuite entamer les travaux sans devoir effectuer des mesures supplémentaires. A l'heure actuelle, après



1 | Le pilotage 3D offre de nombreuses possibilités lors de la préparation des travaux d'égouttage.

([1]) Il s'agit de la dénomination commune à tous les systèmes de localisation par satellite, tels les systèmes GPS.
([2]) FLEPOS est l'acronyme de *Flemish Positioning System*. Pour de plus amples informations à ce sujet, on consultera le site Internet à l'adresse suivante : http://www.agiv.be/producten/flepos.
([3]) WAMCORS est l'acronyme de *Wallonia Continuously Operating Reference System*. Pour de plus amples informations à ce sujet, on consultera le site Internet à l'adresse suivante : http://gnss.wallonie.be/walcors.html.



2 | Indication de la position du godet de la pelleteuse

> Le terme 'pilotage 3D' renvoie à un certain nombre de techniques automatisées de pilotage d'engins de chantier.

avoir effectué la prise de mesures *in situ*, les plans doivent encore être adaptés et validés avant d'être transmis un par un à chaque engin. Par ailleurs, certaines adaptations et indications spécifiques sont nécessaires en fonction de l'engin : ainsi, les excavatrices requerront d'autres lignes de référence que le bulldozer qui nivellera les fondations, par exemple.

Le pilotage 3D s'avère surtout utile pour les travaux nécessitant une localisation continue, tels que les travaux de terrassement ou d'infrastructure. Cette technologie permet en effet à l'opérateur de l'engin de travailler de manière plus efficace et plus précise, sans que le géomètre doive installer des balises. Cette manière de procéder permet également de réduire le nombre d'erreurs dues aux interventions manuelles, telles que la perte ou le déplacement des balises. Le pilotage peut en outre servir à tracer des guides permettant à l'opérateur d'obtenir une vue d'ensemble précise.

Par ailleurs, grâce à des capteurs et à un logiciel adéquat, les engins eux-mêmes envoient des données permettant au chef de chantier de suivre l'évolution des travaux en temps réel. Ces données englobent notamment les déplacements et le rendement des engins, des notifications relatives à la finalisation des phases, le volume de terre déplacé et les coordonnées des points de mesure. Ces informations peuvent également faciliter la communication avec les clients et les tiers et permettent une adaptation automatique des plans (en 3D) ou du *Building Information Model* (BIM).

Le pilotage 3D requiert toutefois un important investissement, tant sur le plan matériel que sur celui de la formation des opérateurs, des chefs de chantier et de projet. Si l'on souhaite atteindre un rendement maximal grâce à cette technique, l'approche doit parfois également être adaptée au niveau de l'entreprise : ainsi, une mise en œuvre rapide et précise n'est possible qu'en procédant à une préparation approfondie ainsi qu'en veillant à la précision des détails des plans 3D. Les adaptations durant la mise en œuvre sont à éviter.

Enfin, il convient de vérifier si les différents systèmes sont compatibles entre eux ou non. Il se peut, en effet, que, sur un même chantier, l'entrepreneur et les sous-traitants utilisent chacun un système de pilotage différent.

Pour de plus amples informations à ce sujet, une vidéo sera bientôt mise en ligne dans la rubrique 'Vidéo' du site Internet du CSTC.

N. Cauberg, ir., chef du laboratoire Structures, CSTC
P. Vandamme, coordinateur de projets ICT pour la construction, VCB

Cet article a été rédigé dans le cadre du projet IWT 'Technologieën voor het meten, communiceren en sturen op de werf van de toekomst' réalisé en collaboration avec la Confédération Construction Limburg et la Confédération Construction flamande.

Il y a peu de temps encore, la résistance à l'usure du béton était testée à l'aide de l'essai d'Amsler décrit dans la norme NBN B 15-223. Cette norme a pourtant été retirée du catalogue du NBN en 1998, car la méthode d'essai ne semblait pas suffisamment reproductible. Cet article se concentre sur l'essai de Böhme d'après la norme NBN EN 13892-3. En effet, cet essai a été choisi dans la révision de la NIT 204 (en préparation) comme méthode de référence pour évaluer la résistance à l'usure des sols en béton.

Résistance à l'usure des sols en béton d'après l'**essai de Böhme**

Résistance à l'usure d'un sol en béton

Dès qu'un sol en béton commence à être utilisé, il est soumis à de nombreuses sollicitations d'usure (circulation des piétons et d'engins à roues ou traînage de matériel, par exemple). La résistance à l'usure est toutefois influencée par divers paramètres, tels que la composition du béton, le type de couche d'usure appliqué et le degré d'hydratation de la pâte de ciment. A la suite de la suppression de la norme NBN B 15-223 (et par conséquent de l'essai d'Amsler), il a fallu, dans le cadre de la révision de la NIT 204, choisir une autre méthode d'évaluation de la résistance à l'usure.

Le choix s'est finalement porté sur l'essai de Böhme, auquel font référence divers articles scientifiques, rapports techniques et normes relatifs aux applications les plus courantes pour le béton (revêtements extérieurs industriels, sols industriels, pavés, dalles, bordures et dalles en terrazzo, par exemple).

L'essai de Böhme

L'essai de Böhme est effectué sur des échantillons carrés d'une surface de 50 cm² et d'une épaisseur d'au moins 4 cm (*). La surface de l'échantillon est pressée contre un disque rotatif sur lequel on aura préalablement appliqué une certaine quantité de sable fin (voir photos à la page suivante). L'échantillon est soumis à 16 cycles de 22 rotations chacun, le sable étant remplacé après chaque cycle. La résistance à l'usure est définie comme la

NIT 204 (1997)		Nouvelle classification proposée (2015)		
Classe de sollicitation à l'usure	Résistance à l'usure d'après Amsler [mm/3.000 m]	Classe de sollicitation à l'usure	Exemples d'application	Résistance à l'usure d'après Böhme [cm³/50 cm²]
Ia	Pas d'exigence	Légère	Immeubles de bureaux et résidentiels	≤ 16
Ib et IIa	≤ 3,5	Moyenne	Espaces de stockage, supermarchés	≤ 11
IIb	≤ 2,0	Lourde	Bâtiments industriels, hypermarchés	≤ 8
–	–	Extrême	Usines métallurgiques	≤ 5

Exigences de résistance à l'usure selon la NIT 204 de 1997 et la nouvelle classification selon la méthode de Böhme

(*) Pour l'évaluation d'un sol en béton existant, on prélève trois cylindres de 11,3 cm de diamètre dans une zone non usée, à au moins 20 cm du bord du sol. Les échantillons seront ensuite découpés aux dimensions exigées.



Dispositifs d'essai permettant de déterminer la résistance à l'usure des sols en béton d'après Böhme

perte de volume moyenne de trois échantillons après les 16 cycles et est exprimée en $cm^3/50\ cm^2$. Cette perte de volume peut être calculée à partir des pertes de masse ou en mesurant la perte d'épaisseur si l'échantillon est constitué de couches ayant des caractéristiques différentes, ce qui peut être notamment le cas en présence d'une couche d'usure.

Classes de résistance à l'usure

Les classes de sollicitation à l'usure définies dans la NIT 204 de 1997 et les exigences de résistance à l'usure qui les accompagnent s'appuyaient sur l'essai d'Amsler (voir tableau). Il ressort d'une étude comparative entre les essais de Böhme et d'Amsler qu'il existe une corrélation linéaire entre les résultats obtenus avec chacun d'entre eux. Forts de cette constatation et des résultats de nos recherches sur différents types de sols en béton, nous avons pu établir une classification semblable pour la résistance à l'usure d'après la méthode de Böhme (voir tableau). Par ailleurs, une classe supplémentaire a été créée pour les activités industrielles à sollicitations extrêmes.

La résistance à l'usure précise d'un sol en béton dépend de nombreux facteurs sur lesquels l'entrepreneur n'a parfois pas prise, à savoir, notamment, la composition du béton, le ressuage, les conditions environnementales, le durcissement du béton, la quantité incorporée de mélange sec pour couche d'usure et l'efficacité de la cure appliquée. La mise en œuvre d'un revêtement de surface composé d'un mélange pour couche d'usure sec et classique (à base de quartz, par exemple) permet, en principe, de répondre aux exigences de résistance correspondant à la classe de sollicitation à l'usure moyenne. Concernant les exigences des classes de sollicitation lourde et extrême, il conviendrait toutefois de recourir à des mélanges secs ou liquides (*toppings*) constitués de granulats extrêmement résistants à l'usure (carbure de silicium, par exemple).

Conclusion

L'essai d'Amsler n'étant plus appliqué, une nouvelle méthode d'évaluation de la résistance à l'usure des sols en béton a dû être adoptée. L'essai de Böhme semble convenir parfaitement pour remplir cette fonction.

Des recherches ultérieures sont encore nécessaires afin de pouvoir transmettre aux entrepreneurs des recommandations permettant de garantir la résistance à l'usure d'un sol et de satisfaire aux exigences des classes de sollicitation plus élevées.

L. Kupers, m. sc. geol., chercheur, laboratoire Technologie du béton, CSTC
B. Dooms, ir., chef adjoint du laboratoire Technologie du béton, CSTC
V. Pollet, ir., chef adjoint du département Matériaux, technologie et enveloppe, CSTC

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

> La résistance à l'usure d'un sol en béton dépend de nombreux facteurs sur lesquels l'entrepeneur n'a pas toujours prise.

Dans la plupart des cas, les matériaux combustibles situés à proximité du conduit de fumée traversant la toiture ou la façade doivent être protégés, afin d'éviter que ceux-ci ne se dégradent ou s'enflamment. Cet article fait le point sur les distances de sécurité à respecter dans le cas des toitures inclinées.

Traversée des conduits de fumée en toitures inclinées : distance de sécurité vis-à-vis des matériaux combustibles

Auparavant, les conduits étaient généralement maçonnés sur place et une distance de sécurité de 150 mm était exigée entre la paroi intérieure de ceux-ci et les matériaux combustibles. Actuellement, les conduits sont principalement assemblés à partir de divers éléments préfabriqués (métal, béton, terre cuite…), constituant un système complet appelé 'conduit système', conforme aux normes en vigueur et disposant d'un marquage CE. C'est ce dernier qui spécifie, notamment, la distance de sécurité à respecter par rapport aux matériaux combustibles (voir figure 1).

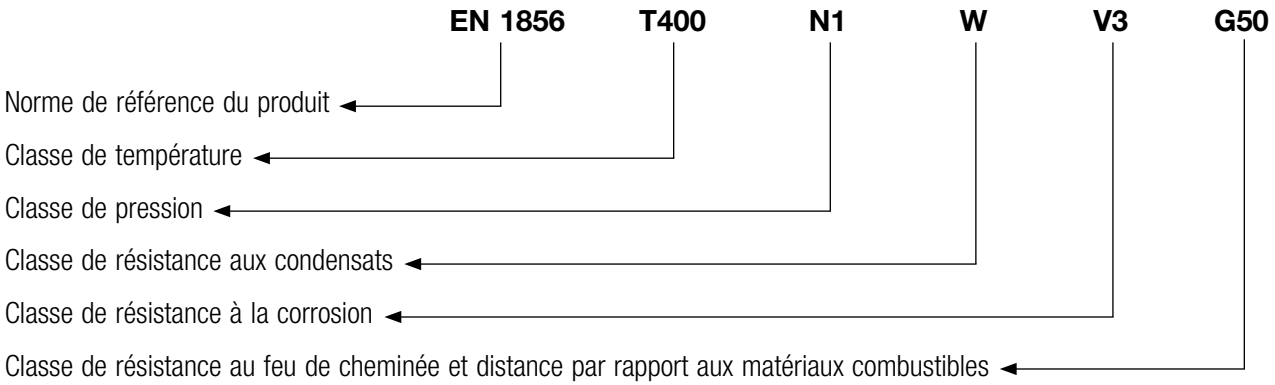
Distance de sécurité

Les conduits de fumée transportent des gaz de combustion dont la température peut varier entre 80 et 600 °C selon le type d'appareil raccordé. Par ailleurs, les conduits qui desservent des appareils à combustible solide doivent, indépendamment des conditions normales de service, être résistants aux feux de cheminée. La fumée dégagée par ce type de combustion accidentelle peut en effet atteindre 1.000 °C !

La distance de sécurité à respecter entre la paroi extérieure du conduit et les matériaux combustibles est indiquée dans le marquage CE du produit, à droite de la classe de résistance au feu de cheminée (G = résistant; O = non résistant) et est exprimée en millimètres. Pour un conduit système construit *in situ* (à l'aide d'éléments maçonnés, par exemple), il convient de se référer à l'annexe A.8 de la norme NBN EN 15287. Pour un conduit système métallique, la distance de sécurité est identique à celle qui s'applique aux éléments qui le constituent. La figure 1 fournit un exemple de marquage dans le cas d'un conduit métallique.

La distance de sécurité évolue non seulement en fonction de la température maximale admissible dans le conduit de fumée, mais également de la structure de ce dernier (simple paroi, double paroi isolée ou concentrique) et de son niveau d'isolation thermique. Cette distance peut être nulle, notamment dans le cas d'un conduit concentrique, non résistant au feu de cheminée et desservant un appareil dont la température de fumée est très basse (O00). Elle peut atteindre 600 mm pour un conduit à simple paroi devant résister au feu de cheminée (G600). Il existe également des conduits de fumée spécifiques résistant au feu de cheminée et présentant une distance de sécurité nulle (G00). Il convient de choisir un conduit de fumée dont la classe de résistance au feu est en adéquation avec l'appareil raccordé et de respecter les distances de sécurité indiquées sur le marquage.

1 | Le marquage CE d'un conduit spécifie sa classe de résistance au feu de cheminée.



Traversée de la toiture

Par mesure de sécurité, la partie du conduit de fumée qui traverse la toiture doit être réalisée d'une pièce, pour éviter que la jonction entre deux éléments soit dissimulée dans l'épaisseur de la toiture.

Lorsque cela est possible, il est conseillé d'employer des conduits de type O00 ou G00. Dans ce cas, des matériaux combustibles peuvent être mis en contact avec la paroi extérieure du conduit et les solutions classiques de raccord avec le pare-vapeur/barrière d'étanchéité à l'air, l'isolant et la sous-toiture peuvent être employées (voir NIT 251).

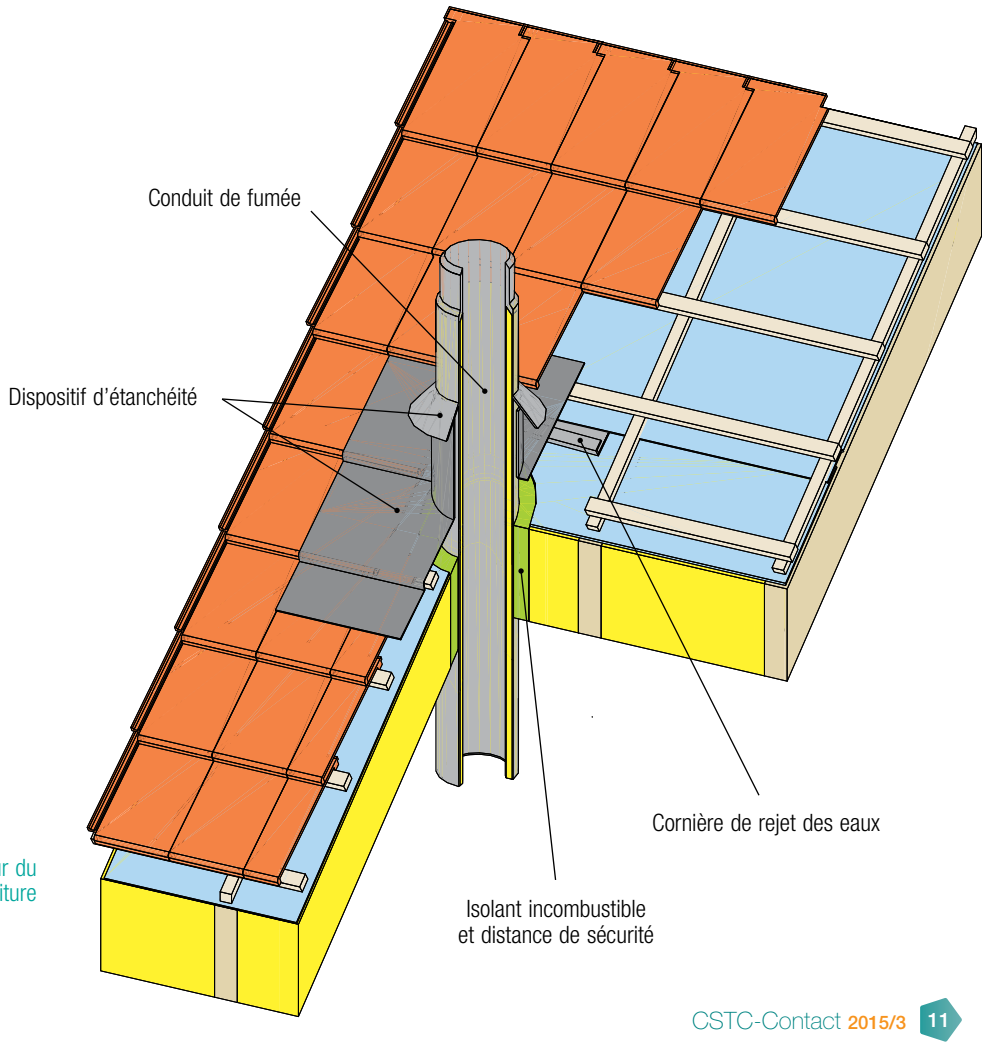
Dans le cas contraire, la distance de sécurité délimite un espace d'exclusion autour de la paroi extérieure du conduit, qui ne peut contenir de matériau combustible. Un matériau est incombustible lorsque sa classe de réaction au feu est A1 ou A2-s1 d0 selon la norme NBN EN 13501-1. Les raccords entre le conduit et les éléments de la toiture sont traités de la manière suivante :

- raccord entre le conduit de fumée et le pare-vapeur : voir l'article consacré aux percements de la barrière d'étanchéité à l'air paru dans Les Dossiers du CSTC 2012/1.10, ou la documentation du fabricant, car ce dernier propose peut-être une solution spécifique
- raccord entre le conduit de fumée et l'isolant : la zone d'exclusion est remplie à l'aide d'un isolant incombustible (laine minérale, par exemple). Pour les conduits métalliques, il existe des coquilles préisolées de différentes épaisseurs. Lors du placement de l'isolant incombustible, il convient de combler tout l'espace vide autour du conduit avec l'isolant, afin que la chaleur dégagée par le conduit ne puisse s'accumuler dans un espace confiné en contact avec des matériaux combustibles
- raccord étanche entre le conduit de fumée et la sous-toiture :
  - lorsque la traversée de la toiture est réalisée à l'aide d'une souche maçonnée, le raccord entre la souche et la sous-toiture est réalisé selon la figure 59 de la NIT 175
  - en cas de traversée par un conduit métallique, on veillera à éviter que les éventuels ruissellements d'eau provenant de l'amont et les remontées d'eau sous l'effet du vent n'atteignent le percement de la sous-toiture. Une proposition de mise en œuvre est illustrée à la figure 2. L'idéal serait de prévoir un élément préfabriqué permettant un raccord étanche entre le conduit et la sous-toiture, mais ces accessoires ne sont *a priori* pas disponibles actuellement
- raccord entre le conduit de fumée et la couverture : la plupart des fabricants de conduits de fumée proposent diverses solutions préfabriquées.

> Les conduits de fumée transportent des gaz de combustion dont la température peut varier entre 80 et 600 °C.

X. Kuborn, ir., chef de projet, laboratoire Chauffage et ventilation, CSTC

Cet article a été rédigé dans le cadre de la Guidance technologique COM-MAT 'Matériaux et techniques de construction durables', avec le soutien de la DG06



2 | Distance de sécurité à respecter autour du conduit de fumée traversant la sous-toiture

Afin de répondre à la demande croissante d'aires de stationnement, de plus en plus de bâtiments sont pourvus d'un parking souterrain. Dans bien des cas, une terrasse, une toiture verte ou une toiture-parking est aménagée au-dessus de la partie souterraine qui s'étend au-delà du périmètre du bâtiment. Ces ouvrages sont dotés d'une étanchéité (voir NIT 215, 229 et 253) qui doit être rabattue vers le bas le long des bords de la construction enterrée. La mise en œuvre d'un tel raccord n'étant toutefois pas aisée, elle entraîne fréquemment des problèmes d'infiltration.

Raccord d'une **étanchéité de toiture** à une **construction enterrée**

Raccord entre les parois enterrées et le sol

La NIT 250, 'Détails de référence pour les constructions enterrées', donne un certain nombre de directives permettant de réaliser un raccord étanche à l'eau entre les parois verticales en béton et la dalle (voir la flèche rouge à la figure 1).

En intégrant des tôles d'étanchéité dans le béton au droit du raccord, on peut atteindre une classe d'étanchéité 1 ou 2 (voir tableau ci-dessous), selon que les tôles se recouvrent ou que leurs joints sont soudés ou collés.

Raccord entre les parois enterrées et la toiture

Le raccord des parois enterrées au plancher de la toiture (voir la flèche bleue à la figure 1) nécessite également un certain nombre d'interventions en fonction de la classe d'étanchéité souhaitée.

Ce raccord est généralement réalisé en repliant l'étanchéité de toiture vers le bas. Pour ce faire, l'étanchéité doit dépasser le raccord d'au moins 30 cm, tandis que le support doit être suffisamment sec et répondre aux exigences minimales en matière de rugosité et de planéité, afin de garantir l'adhérence des membranes d'étanchéité (voir tableau 10 de la NIT 215). Il est également nécessaire d'appliquer avec soin un vernis d'adhérence. Pour éviter les dégradations dues à des travaux de terrassement à proximité, il est possible d'appliquer une protection mécanique supplémentaire du côté extérieur de l'étanchéité.

Même en remplissant toutes ces conditions, il n'est pas facile de réaliser une adhérence parfaite – et donc un raccord durable et étanche à l'eau – entre la membrane d'étanchéité et les parois (en béton) enterrées. De plus, les conditions de travail dans ces zones sont généralement problématiques (sales et humides). C'est pour cette raison que l'on choisit parfois d'utiliser en complément un profilé de serrage jointoyé au mastic (voir figure 54 de la NIT 244), le jointoiement permettant de garantir une étanchéité à l'eau permanente. Or, les joints de ce type doivent, en principe, être entretenus régulièrement, ce qui est souvent impossible dans une situation enterrée.

Si l'on tient compte de toutes ces considérations, il paraît évident que les raccords enterrés, avec la membrane d'étanchéité repliée vers le bas, n'assurent qu'une étanchéité limitée et sont très peu résistants à une pression – même temporaire – de l'eau. La charge d'eau au droit de ces raccords et la perméabilité du remblai jouent dès lors un rôle important.

L'une des possibilités de réduire la pression consiste à récolter et à évacuer l'eau de pluie présente sur le revêtement de la toiture plutôt que de la laisser s'écouler le long des parois enterrées. Ceci peut être réalisé, par exemple, en veillant à ne pas orienter la pente de la toiture vers la rive ou bien en prévoyant une gouttière le long de cette dernière. Il y a lieu de surligner qu'avec certains revêtements extérieurs (notamment ceux utilisés sur les toitures-parkings), l'eau de pluie doit subir un traitement adapté avant d'être réutilisée ou déversée dans les eaux de surface.

Etant donné que, dans le cas d'un sol

Classe d'étanchéité	Exigences
0	Un certain débit de fuite, ou la présence de fuites sans conséquence, est autorisé.
1 (*)	Fuites limitées à une faible quantité. Quelques taches ou plaques d'humidité admises en surface.
2	Fuites minimes. La surface ne peut pas présenter de taches.
3	Aucune fuite admise.
(*) En classe 1, quelques gouttes au bout des doigts sont acceptables.	

Classes d'étanchéité pour les constructions en béton selon la norme NBN EN 1992-3

L'adhérence parfaite d'une étanchéité repliée le long d'une paroi verticale est difficile à obtenir.

argileux ou limoneux peu perméable, une pression d'eau, même temporaire, peut se manifester si le raccord se situe au-dessus du niveau de la nappe phréatique, il est alors recommandé de prévoir un système de drainage supplémentaire. Cette intervention empêchera que l'eau qui aura percolé dans le sol ne contourne la membrane et permettra d'obtenir une structure en béton de classe d'étanchéité 2 (voir tableau).

Le raccord entre l'étanchéité de toiture et les parois enterrées pourrait également être réalisé au moyen d'une étanchéité liquide (voir figure 2). Celle-ci doit évidemment pouvoir être raccordée de façon étanche à l'eau avec les parois (voir § 4.5.3.3.3. de la NIT 253) et le matériau d'étanchéité utilisé pour la toiture (voir tableaux 11 et 12 de la NIT 244). Dans le cas où l'étanchéité de toiture est synthétique, celle-ci doit être fixée mécaniquement avant l'application de l'étanchéité liquide.

Si ces conditions sont remplies, un raccord avec une étanchéité liquide peut résister sans problème à une pression d'eau temporaire. Toutefois, si ce raccord est situé sous le niveau de la nappe phréatique et que, par conséquent, il est soumis à une pression d'eau permanente, la situation est quelque peu différente. Dans un tel cas, une étanchéité permanente et durable ne peut pas être garantie et le système de drainage n'a plus de raison d'être.

Le recours à une étanchéité de toiture repliée et raccordée aux parois enterrées ne peut dès lors plus être prise en considération que si celle-ci se prolonge tout autour de la construction enterrée.

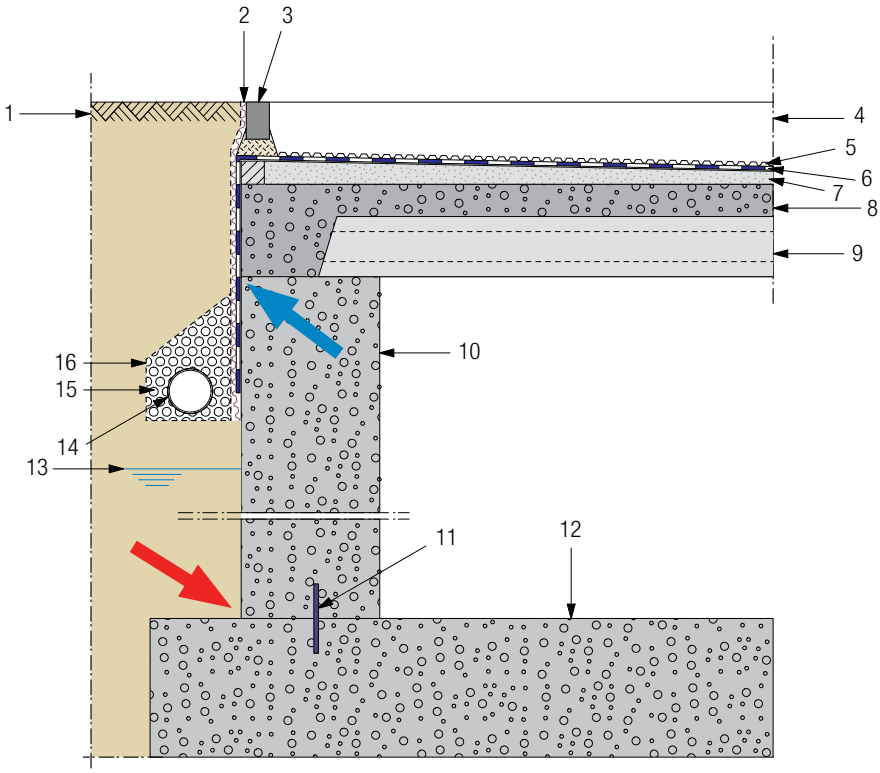


2 | Mise en œuvre d'une étanchéité liquide

Toutefois, la mise en œuvre d'un tel cuvelage souple sous le plancher et contre les parois est généralement assez coûteuse et pas toujours réalisable d'un point de vue technique.

Lorsqu'un cuvelage continu n'est pas envisageable, les parois en béton et leurs raccords doivent être conçus de sorte qu'ils puissent assurer une étanchéité à l'eau suffisante. Dans ce contexte, il est recommandé de conserver le joint de reprise entre la toiture et les parois verticales au-dessus du niveau de la nappe phréatique ou d'appliquer une tôle d'étanchéité (voir NIT 250), à l'instar de ce qui est réalisé pour le raccord entre la dalle et les parois.

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



1 | Détail du raccord entre une toiture et une construction enterrée non chauffée (classe d'étanchéité 2)

1. Niveau du sol
2. Drainage vertical
3. Bordure
4. Toiture-terrasse, toiture verte ou toiture-parking
5. Natte de drainage
6. Etanchéité de toiture bicouche
7. Pente
8. Couche de compression en béton
9. Hourdis
10. Paroi en béton (classe d'étanchéité 2)
11. Tôle d'étanchéité
12. Dalle de sol en béton
13. Niveau de la nappe phréatique
14. Tuyau collecteur
15. Matériau drainant
16. Filtre

Remplacé le 10 mai 2024 par l'article Buildwise 2024/02.11.

La mixité des matériaux pour la construction de bâtiments possède des atouts certains et permet souvent d'optimiser les performances. Il n'est pas étonnant de constater que de plus en plus de bâtiments, tant en rénovation qu'en construction neuve, sont conçus avec un gros œuvre en béton et une enveloppe en bois. Si cette dernière est particulièrement bien adaptée en vue de répondre aux exigences d'isolation thermique des bâtiments, le respect des dispositions les plus sévères de sécurité incendie peuvent toutefois poser des problèmes en pratique.

Nouvelles solutions de **façades à ossature en bois** répondant aux prescriptions de **sécurité incendie**

La réglementation relative à la sécurité incendie en Belgique fixe en effet des mesures (explicitées et illustrées dans Les Dossiers du CSTC 2013/3.8) visant à éviter la propagation de l'incendie d'un étage à l'autre via les façades. Pour les bâtiments moyens et élevés, il convient :

- d'empêcher la propagation interne de l'incendie au moyen de liaisons résistant au feu (EI 60) entre le nez de dalle et la façade
- de ralentir la propagation externe de l'incendie le long de la face extérieure de la façade en prévoyant un élément de façade étanche au feu (E60) d'une longueur développée d'au moins 1 m
- d'assurer la stabilité de l'ossature de la façade grâce à des fixations résistant au feu (R60) à chaque étage.

Le présent article complète celui précité en proposant des solutions permettant de répondre aux trois dispositions ci-dessus dans le cas de façades à ossature en bois. Remarquons également que les solutions présentées ici permettent, moyennant d'éventuelles dispositions constructives complémentaires, de respecter les exigences acoustiques et énergétiques.

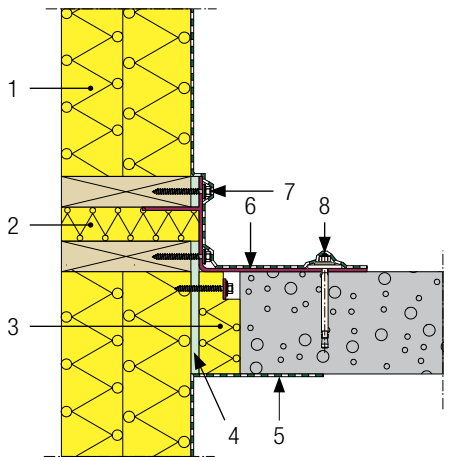
Dans le cas d'une façade continue située contre le nez de dalle, la conformité aux dispositions de la réglementation incendie doit être démontrée à l'aide d'un essai réalisé en laboratoire conformément à la norme NBN EN 1364-3 ou -4.

Un essai de résistance au feu d'une façade à ossature en bois continue contre le nez de dalle a été réalisé dans le cadre du projet de recherche 'DO-IT Houtbouw', financé par l'IWT et mené en collaboration avec le CTIB, visant à développer des solutions pour les bâtiments de plusieurs étages avec des éléments de façade en bois. Cet essai a permis de proposer de nouvelles solutions de façade à ossature en bois étanche au feu fixée à un plancher en béton résistant au feu et répondant aux exigences en matière de sécurité incendie en vigueur en Belgique.

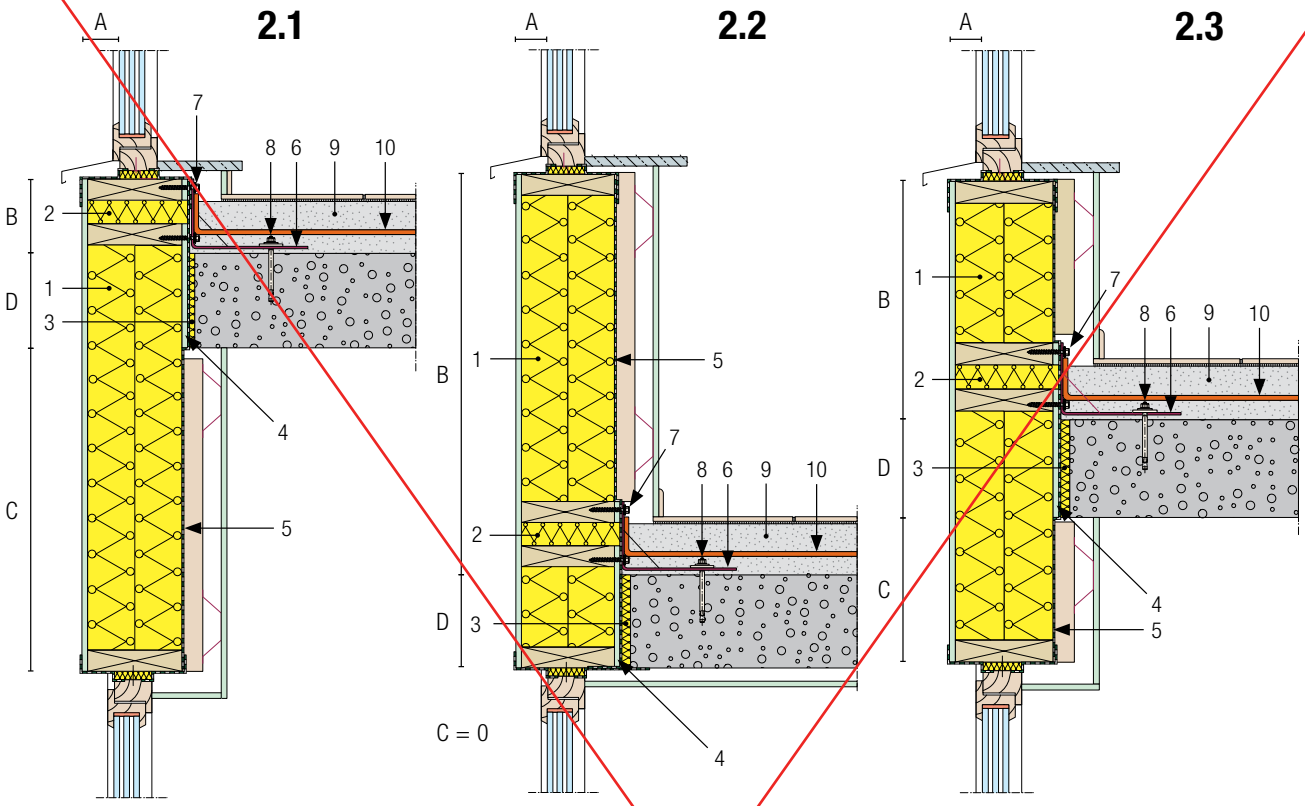
Les solutions développées doivent s'appliquer dans leur ensemble (resserrage, élément de façade en bois et plancher en béton) et peuvent être utilisées pour répondre aux exigences applicables aux bâtiments élevés (> 25 m). Ces solutions ont pour objectif :

- d'éviter la propagation interne de l'incendie à l'aide un resserrage EI 60 entre le nez de dalle et la façade, réalisé de la manière suivante :
  - en effectuant un bourrage à la laine de roche d'une densité minimale de 45 kg/m³, comprimée à 20 % sur toute l'épaisseur de la dalle (minimum 15 cm) (voir figure 1)
  - en plaçant un panneau de particules sur la face intérieure de la façade en bois afin de permettre la bonne compression de l'isolant

1. 190 mm de laine de roche (densité minimale : 45 kg/m³)
2. Laine de roche (densité minimale : 45 kg/m³; compression : 20 %)
3. Laine de roche (densité minimale : 45 kg/m³; compression : 20 %)
4. Panneau de particules
5. Membrane PE (0,2 mm)
6. Ancrage en acier (au-dessus du plancher)
7. Vis pour panneau Ø 6 mm
8. Goujon d'ancrage M8



1 | Liaison de l'élément de façade en bois au plancher en béton (configuration testée en laboratoire)



1. 190 mm de laine de roche (densité minimale : 45 kg/m³)
2. Laine de roche (densité minimale : 45 kg/m³; compression : 20 %)
3. Laine de roche sur toute l'épaisseur du plancher (min. 150 mm) (densité minimale : 45 kg/m³; compression : 20 %)
4. Panneau de particules
5. Membrane d'étanchéité à l'air
6. Ancrage en acier (au-dessus du plancher)
7. Vis pour panneau
8. Goujon d'ancrage
9. Chape
10. Couche d'isolement aux bruits de choc

2 | Elément de façade étanche au feu conçu comme linteau (2.1), allège (2.2) ou une combinaison des deux (2.3) (A + B + C + D ≥ 1 m)

– en interposant éventuellement une membrane d'étanchéité à l'air (d'une épaisseur maximale de 1,5 mm) de manière continue entre le panneau et le bourrage à la laine de roche (voir figure 2)

- d'éviter la propagation externe de l'incendie grâce à la mise en œuvre en façade d'un élément à ossature en bois étanche au feu E60 répondant aux dispositions suivantes :
  – mise en œuvre de montants verticaux en bois (section minimale : 38 x 190 mm) distants entre eux de 600 mm au maximum
  – remplissage complet (sur toute l'épaisseur des montants verticaux) d'isolant en laine de roche (épaisseur minimale : 190 mm; densité minimale : 45 kg/m³)
  – juxtaposition des différents modules les uns au-dessus des autres. Si, pour des raisons de mise en œuvre, un espace est prévu entre la lisse haute du module inférieur et la lisse basse du module supérieur, cet espace sera rempli à la laine de roche (densité minimale : 45 kg/m³; compression : 20 %)
  – l'élément de façade aura une longueur développée (c'est-à-dire A + B + C + D; voir figure 2) de minimum 1 m. Il peut être conçu comme linteau (2.1), allège (2.2) ou une combinaison des deux (2.3)
  – on tiendra compte du fait que, l'essai ayant été réalisé sans panneaux de finition tant du côté intérieur qu'extérieur, ces derniers sont facultatifs, selon cette configuration, pour assurer la résistance au feu. Leur choix sera fonction d'autres considérations, notamment acoustiques, hygrothermiques et esthétiques
- d'assurer la stabilité de l'ossature de la façade grâce aux fixations à chaque étage de la façade sur le plancher. Par leur positionnement au-dessus du plancher, les ancrages sont ainsi protégés de l'incendie qui sévirait sous le plancher. Ils doivent être capables de supporter les charges appliquées (vent et charges permanentes).

Y. Martin, ir., chef de la division Enveloppe du bâtiment et menuiserie, CSTC
P. Poppe, chef de la division Consultancy, et E. Van Wesemael, directeur technique, ISIB

Nous accordons de plus en plus d'attention à l'étanchéité à l'air des nouvelles constructions dans le but d'atteindre des exigences énergétiques élevées. Toutefois, de nombreuses questions subsistent concernant la durabilité des systèmes utilisés.

Exposition des parois au vent : influence sur l'**étanchéité à l'air**

Le test de pressurisation permet en effet d'évaluer les performances initiales d'étanchéité à l'air de l'enveloppe extérieure, mais il ne valide en rien leur pérennité ! Il y a donc lieu de s'assurer que les techniques mises en œuvre ne subiront pas de dégradations une fois confrontées aux sollicitations habituelles des constructions.

L'objectif de cet article n'est pas de comparer les différents types de parois, mais d'envisager les modes de mise en œuvre préférentiels pour chacun d'entre eux, et ce en fonction des sollicitations. Cet article vise également à résumer les limites d'utilisation des différents systèmes constructifs. Enfin, il traite des parois courantes et des connexions entre les panneaux. Les détails constructifs et les autres types de raccords n'y sont pas abordés.

Plusieurs systèmes constructifs permettent d'atteindre les performances recherchées, à savoir :

> La jonction des membranes par un ruban adhésif et un lattage empêche la détérioration de l'étanchéité à l'air.

- les parois dont l'étanchéité à l'air est assurée par l'enduit intérieur (et éventuellement extérieur) (*)
- les parois à ossature en bois dont l'étanchéité à l'air est assurée par des panneaux dont les jonctions sont rendues étanches (*)
- les parois à ossature en bois ou les toitures inclinées dont l'étanchéité à l'air est garantie par une membrane
- les systèmes industrialisés (panneaux sandwichs autoportants, voiles en béton…) (*).

Afin d'atteindre de hautes performances énergétiques, le débit d'air doit être inférieur à un seuil de 0,1 m³/h par m² pour une pression de 50 Pa.

Les sollicitations dues au vent et les variations hydriques ont une influence particulière sur l'évolution de l'étanchéité à l'air.

Concernant l'exposition au vent, nous proposons dans le tableau ci-dessous trois classes d'exposition (A, B, C) afin de déterminer les niveaux de sollicitations. Celles-ci sont fonction de la localisation et de la hauteur du bâtiment.

Exemple des parois à ossature dont l'étanchéité à l'air est assurée par une membrane

L'étanchéité à l'air assurée par des membranes est une pratique courante pour de nombreuses toitures et ossatures. Outre la continuité du pare-vapeur, les techniques de fixation ont une influence importante sur l'étanchéité à l'air des parois (voir tableau B à la page suivante). Il existe cependant une multitude de produits différents dont il convient de déterminer l'aptitude dès la phase de conception.

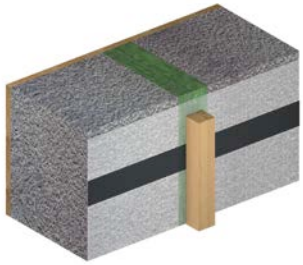
A | Classes d'exposition au vent (*) en fonction de la localisation et de la hauteur du bâtiment

Hauteur du bâtiment	Rugosité de terrain (selon la norme NBN EN 1991-1-4)			
	Ville (IV)	Région boisée (III)	Terrain plat découvert (II)	Bord de mer (I et 0)
0-9 m	A	A	B	B
10-17 m	A	B	B	B
18-24 m	A	B	B	B
25-49 m	B	B	C	C
50-100 m (*)	C	C	C	C
(*) Au-delà de 100 m, une étude spécifique est recommandée.				

(*) Voir la version longue de cet article : Les Dossiers du CSTC 2015/3.8.

C. Mees, ir., chef de projet, division Energie, CSTC
B. Michaux, ir., chef adjoint de la division Enveloppe du bâtiment et menuiserie, CSTC

B | Parois à ossature dont l'étanchéité à l'air est assurée par une membrane

Technique de pose		Classe maximale d'exposition au vent	Classe maximale de climat intérieur
	L'agrafage des membranes est effectué dans les parties pleines de la paroi (1).	A	III
Un lattage vient reprendre les parties agrafées.		C	III
	Pour permettre une insufflation correcte des parois munies d'une membrane d'étanchéité, on applique un lattage horizontal. Dans ce cas, pour atteindre des performances élevées durables, un adhésif complémentaire doit être posé sur les agrafes.	C	III
	Le recouvrement de deux membranes est réalisé au moyen d'un adhésif simple ou double face (fixation par agrafes sans lattage) (2).	B	III
	Le chevauchement de deux membranes est repris par un lattage (y compris en cas d'application sans adhésif, lorsque le recouvrement est disposé sur un joint de mastic continu).	C	III, voire IV (3)
	Dans de nombreuses toitures, la pose de la membrane est effectuée horizontalement, afin d'accélérer la mise en œuvre. Le recouvrement des lés est assuré par un adhésif simple face. Un lattage est appliqué sur les montants (perpendiculairement à l'adhésif).	A	II

(1) En cas d'insufflation des parois en l'absence de protection complémentaire des parties agrafées, un poinçonnement, voire un dégrafage, pourrait survenir au terme de l'insufflation et le problème s'accentuerait avec le temps.
(2) La compatibilité entre l'adhésif et les membranes nécessite une vérification pour chaque type de support.
(3) Pour autant que les membranes et le lattage soient compatibles avec ces classes de climat intérieur.

Dimensionnement des **cloisons en verre**

Cet article tente de faire la lumière sur les fonctions des cloisons vitrées et la manière de les dimensionner. Un exemple de tableau de dimensionnement sur la base d'une campagne d'essais de chocs réalisés sur différentes compositions de cloisons intérieures sera présenté dans la version intégrale de l'article.

La NIT 242 'Ouvrages particuliers en verre' a pour objectif de présenter des règles de conception, de dimensionnement et de mise en œuvre de différents types d'ouvrages particuliers en verre et de compléter les NIT 214 et 221. Ce premier volume, publié en 2011, est consacré aux applications structurales (dalles de plancher et marches d'escalier, parois vitrées de bassin et aquariums). Le tome 2, qui traite des vitrines, portes et ensembles en verre trempé, devrait être publié prochainement. Le groupe de travail en charge de la rédaction de cette NIT prépare actuellement le tome 3 qui sera consacré, d'une part, aux garde-corps (voir Les Dossiers du CSTC 2013/4.5) et séparations et, d'autre part, aux cloisons en verre dont il est question dans cet article.

1 | Paroi vitrée séparant les volumes intérieurs d'un bâtiment



Types de cloisons vitrées

Une cloison vitrée est une paroi verticale légère non portante (*) en verre dont la fonction première est de délimiter les volumes intérieurs d'un bâtiment (voir figure 1 et cloison séparative A, figure 2). Elle peut être constituée d'éléments partiellement ou totalement vitrés. Il s'agit généralement de verre simple, voire de verre isolant. Les cloisons peuvent en outre séparer des zones dont le sol se situe à des niveaux différents (cloison B), ou être rapportées contre la face intérieure d'un mur (contre-cloison C) ou d'une autre cloison (cloison de doublage).

Les parois verticales séparant les volumes intérieurs d'un bâtiment de l'extérieur sont des éléments de façade et doivent être traitées suivant le Rapport n° 11 du CSTC.

Sécurité d'utilisation et aptitude à l'emploi des cloisons en verre

La sécurité d'utilisation et l'aptitude à l'emploi sont des exigences importantes pour les cloisons intérieures en verre,

(*) C'est-à-dire une paroi qui ne transfère pas les charges, à l'exception de son poids propre, et ne contribue pas à la stabilité globale du bâtiment.

Type de cloison (voir figure 2)	Choix du verre	Pression différentielle	Choc mou	Choc dur
Cloison A : catégories A et B	X	X	Sac	X
Cloison A : autres catégories	X	–	Sac	X
Cloison B	X	–	Double pneu	X
Contrecloison C	X	–	–	–

Validation des cloisons en verre (X : paramètre à prendre en compte)

> La sécurité d'utilisation et l'aptitude à l'emploi sont des exigences importantes pour les cloisons intérieures en verre.

dont le respect permet de garantir la sécurité des occupants en cas de choc accidentel pouvant entraîner des blessures par contact ou par défenestration.

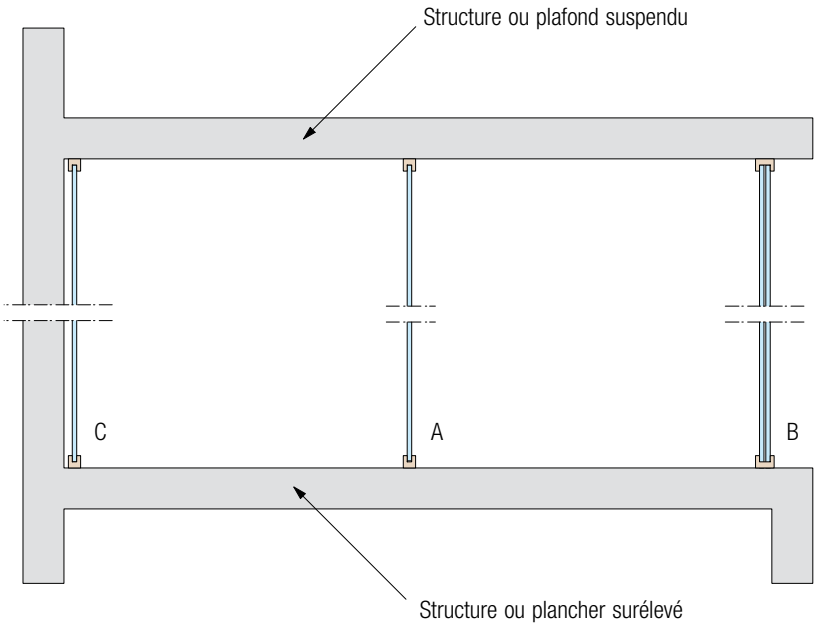
Quel que soit le type de cloison, l'appréciation de ce type de risque doit d'abord se faire sur la base des spécifications de la norme NBN S 23-002 (et de son addendum), qui définit le type ou le mode de rupture des produits verriers à utiliser en fonction de la situation de la paroi (voir Infofiches 49.1 à 49.8). Pour les cloisons intérieures vitrées, il convient généralement d'utiliser du verre trempé, afin d'éviter le risque de blessure par bris de verre, voire du verre feuilleté en cas de risque de chute. Ensuite, il y a lieu de tenir compte des spécifications relatives aux cloisons, lesquelles précisent notamment les éventuels essais de choc mou (sac sphéroconique de 50 kg rempli de billes de verre ou double pneu de 50 kg) et de choc dur (billes d'acier de 0,5 et 1 kg) à réaliser en fonction de la catégorie d'utilisation du bâtiment et du type de cloison, afin de garantir la sécurité d'utilisation, la durabilité et l'aptitude à l'emploi.

La sécurité d'utilisation des parois intérieures implique également la résistance à une pression différentielle consécutive, par exemple, à l'ouverture accidentelle d'une fenêtre dans la façade en cas de grand vent, problématique abordée dans Les Dossiers du CSTC 2010/3.10. Bien que l'impact de cette pression différentielle et de celle exercée par la foule et les claquements de portes puisse être déterminé, d'après l'ETAG 003 (Guide d'agrément technique européen n° 003 relatif aux kits de cloisons intérieures utilisées en parois non porteuses), en effectuant un essai de résistance à l'impact avec un corps lourd et mou, il convient de signaler que ce n'est pas le cas pour la plupart des cloisons séparatrices des catégories A (habitations et zones résidentielles) et B (bureaux) décrites dans l'Eurocode 1 (NBN EN 1991-1-1).

Les différents aspects à prendre en compte pour la validation des cloisons intérieures en verre sont synthétisés dans le tableau ci-dessus.

La version intégrale de cet article proposera un tableau précisant la composition du verre feuilleté et l'épaisseur du verre trempé à prévoir en fonction de la hauteur d'une cloison intérieure appuyée sur deux côtés. Celui-ci complètera le tableau figurant dans Les Dossiers du CSTC 2010/3.10 en prenant en compte, outre la stabilité au vent des cloisons, leur résistance aux chocs.

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



2 | Coupe verticale représentant les différents types de cloisons vitrées (source : ETAG 003)

L'application de systèmes d'isolation des façades constitués de briquettes sur isolant connaît actuellement une croissance considérable. Ces systèmes permettent en effet de réduire l'épaisseur de la façade pour un niveau d'isolation thermique semblable, et ce sans porter atteinte à l'aspect esthétique (voir Les Dossiers du CSTC 2011/4.11). Outre les considérations techniques et esthétiques, l'impact environnemental peut également influencer les choix de conception et l'évolution de la typologie du bâtiment. Cet article fait état des résultats d'une étude menée par le CSTC au sujet de l'impact environnemental des briquettes sur isolant.

Impact environnemental des **briquettes** sur isolant extérieur

1 Objectif de l'étude

Durant cette étude, l'impact environnemental des briquettes sur isolant a été comparé à celui de systèmes de façade plus traditionnels tels que les murs creux isolés et les ETICS (enduits sur isolant extérieur). Cette comparaison a été réalisée à l'aide d'une analyse du cycle de vie (ACV ou LCA pour *Life Cycle Analysis*; voir Infofiche 64), qui permet d'estimer l'impact environnemental d'un produit ou d'un élément du bâtiment durant son cycle de vie complet.

L'unité fonctionnelle utilisée pour effectuer la comparaison était une surface de 1 m² de chaque système d'isolation de façade précité sur une durée de 60 ans. Le présent article porte sur les systèmes dont la résistance thermique des parois extérieures répond à la réglementation PEB actuelle (U = 0,24 W/m².K). La version intégrale de cet article présentera une comparaison des systèmes dont le coefficient de transmission thermique U des parois extérieures est bien plus stricte et atteint 0,12 W/m².K.

Le système de référence est constitué de briquettes de terre cuite de 2,2 cm d'épaisseur (débitées de part et d'autre de briques de 9 cm d'épaisseur) collées sur un isolant extérieur. Ce système a été comparé, d'une part, avec un mur creux isolé traditionnel constitué d'une coulisse, d'attaches et d'un parement en briques de façade (de 9 cm d'épaisseur) et, d'autre part, avec un ETICS (voir également Les Dossiers du CSTC 2012/3.9). Afin de déterminer l'épaisseur d'isolant requise, nous avons considéré une structure portante d'une résistance thermique de 0,39 m².K/W (blocs treillis munis d'une couche d'enduit, par exemple). Plusieurs variantes ont également été étudiées pour chacune des trois solutions. Par exemple, un autre isolant ou des briques de façade d'épaisseurs différentes (6,5 cm au lieu de 9 cm) ont été utilisés, ou bien nous sommes partis de l'hypothèse qu'un autre procédé de fabrication des briquettes a été appliqué (débitage d'un côté ou des deux côtés). Enfin, nous avons également analysé l'impact d'un éventuel remplacement des briquettes ou de l'enduit.

2 Résultats

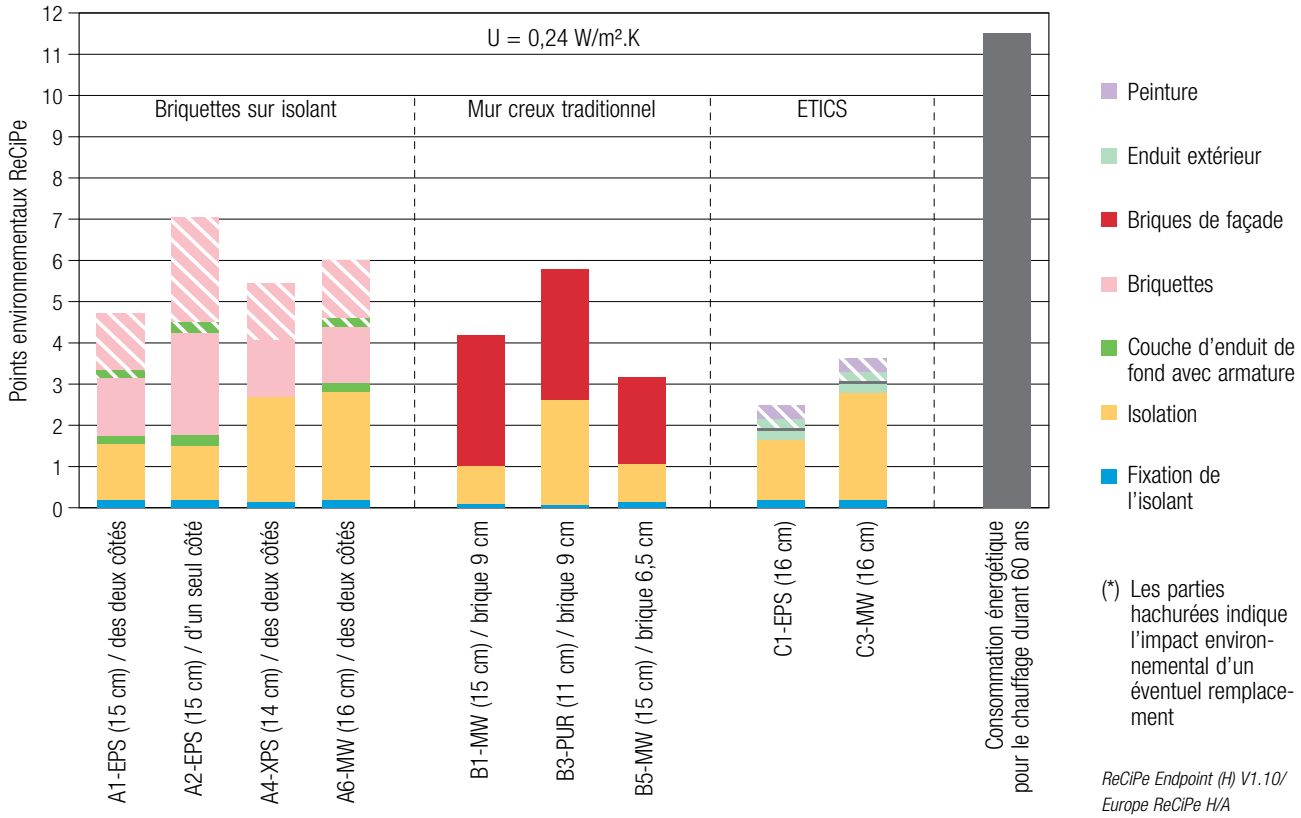
Le graphique à la page suivante indique, au moyen de points environnementaux ReCiPe (voir www.lcia-recipe.net), l'impact environnemental global des divers systèmes d'isolation par l'extérieur comparés (coefficient de transmission thermique de 0,24 W/m².K), et ce en fonction de leur composition. Plus les points sont élevés, plus l'impact est important.

2.1 Impact des matériaux

Il ressort nettement du graphique qu'il ne faut pas sous-estimer l'influence de l'isolant choisi sur l'impact environnement global du système. En ce qui concerne les variantes avec briquettes, les systèmes constitués de polystyrène extrudé (XPS) ou de laine de roche (MW), par exemple, ont un impact plus important que ceux avec polystyrène expansé (EPS). Toutefois, l'application choisie joue également un rôle important. Ainsi, l'impact environnemental de l'utilisation de laine minérale (MW) dans un mur creux traditionnel est bien plus faible que si l'on avait appliqué des briquettes ou des ETICS. Ceci est principalement dû au fait que la densité de la laine de roche varie fortement en fonction des applications précitées : 30 kg/m³ pour les murs creux contre 100 kg/m³ pour les briquettes et les ETICS. Dans le cas de briquettes sur isolant, la présence d'une couche d'enduit de fond avec armature assurant l'étanchéité à l'eau entraîne en outre une faible — pour ne pas dire négligeable — augmentation de l'impact environnemental.

> L'impact environnemental varie considérablement d'un système d'isolation par l'extérieur à l'autre.

Impact environnemental global (en points ReCiPe) de divers systèmes d'isolation de façade par l'extérieur sur 60 ans (*)



(*) Les parties hachurées indique l'impact environnemental d'un éventuel remplacement

ReCiPe Endpoint (H) V1.10/ Europe ReCiPe H/A

2.2 *Impact de l'épaisseur des briques de façade*

L'épaisseur des briques de façade ou des briquettes influence également fortement l'impact environnemental global du système considéré. En effet, une brique de 9 cm d'épaisseur a un impact supérieur à celui d'une brique de 6,5 cm d'épaisseur, laquelle aura à son tour un impact supérieur à celui d'une briquette de 2,2 cm d'épaisseur collées sur l'isolant. Le processus de fabrication des briquettes est, lui aussi, un facteur important. Ainsi, l'impact environnemental est plus grand si l'on ne débite qu'un seul côté des briques traditionnelles (9 cm), puisque, dans ce cas, il faudra utiliser deux fois plus de briques de façade pour habiller 1 m² de mur.

2.3 *Impact des remplacements*

En l'absence d'expérience suffisante en ce qui concerne les briquettes sur isolant, il est difficile d'estimer la façon dont se comportera le système au fil du temps. Une analyse de sensibilité a néanmoins révélé que l'impact environnemental augmentera si l'on procède au remplacement des briquettes au cours de la durée de vie prévue de 60 ans (voir les parties hachurée du graphique). Un remplacement simultané de l'isolant fera encore augmenter l'impact environnemental.

2.4 *Impact des déperditions thermiques*

Enfin, la consommation énergétique dédiée au chauffage au cours de la durée de vie considérée de 60 ans a également une influence sur l'environnement. La version intégrale de cet article révélera, par exemple, qu'une valeur U plus faible réduit généralement l'impact environnemental global grâce à la forte diminution de l'impact de la consommation énergétique, ce qui confirme l'intérêt d'une isolation renforcée.

3 Conclusion

L'étude menée démontre que l'impact environnemental des systèmes d'isolation par l'extérieur analysés varie considérablement d'un système à l'autre. Il n'est toutefois pas possible de procéder à des généralisations pour chaque système ou isolant : aucun système n'est totalement bon ou mauvais. Nous pouvons toutefois affirmer que le choix de l'isolant, le processus de fabrication des briquettes ou leur remplacement au cours de la durée de vie de la façade jouent tous un rôle important.

L. Wastiels, dr. ir.-arch., chef de projet, laboratoire Développement durable, CSTC
A. Janssen, dr. sc., chef de projet, laboratoire Développement durable, CSTC
Y. Grégoire, ir.-arch., chef de la division Matériaux, CSTC

Cette étude a été réalisée dans le cadre des projets de recherche LCBuild et Innov-ETICS de la plateforme Innoviris 'Brussels Retrofit XL' (www.brusselsretrofitxl.be).

Pour mener à bien son chantier, l'entrepreneur doit non seulement répondre aux exigences de son client, mais il doit aussi veiller à rester compétitif dans ses coûts et performant dans son délai d'exécution. Il doit néanmoins veiller à ne pas brûler certaines étapes, notamment celles situées en amont concernant le choix de la pierre naturelle qu'il compte mettre en œuvre.

Quels sont les **documents nécessaires** pour un chantier en **pierre naturelle** réussi ?

L'entrepreneur se doit d'autant plus de contrôler les performances de la pierre qu'il s'agit d'un matériau naturel sujet à de nombreuses variations d'ordre technique et esthétique. Nous tentons dans cet article de préciser les aspects normatifs et réglementaires que l'entrepreneur doit connaître dans ce domaine.

1 Documents obligatoires

L'entrepreneur veillera à utiliser une pierre naturelle répondant aux exigences de performances prescrites par l'auteur de projet. Ces exigences sont transcrites dans le cahier spécial des charges.

Dans le cas de marchés publics, il se référera aux différents cahiers des charges régionaux. L'avantage de ces derniers est qu'ils font le plus souvent référence aux normes européennes en vigueur. Les produits utilisés pour le bâtiment seront alors obligatoirement conformes aux prescriptions énoncées dans les documents normatifs repris dans le tableau ci-dessous.

Il existe en outre trois normes pour les produits destinés à la voirie, à savoir les normes NBN EN 1341 (dalles), 1342 (pavés) et 1343 (bordures).

L'entrepreneur doit d'abord s'enquérir auprès du fournisseur :
- de la conformité de la fourniture aux exigences et obligations européennes (marquage CE)
- de la disponibilité de la DOP (*Declaration of Performance*) de cette fourniture (voir exemple à la page suivante).

Cette DOP engage le fabricant sur les performances de son produit. Cette déclaration, qui constitue un outil clé pour les acteurs de la construction, porte sur les caractéristiques essentielles, conformément aux spécifications techniques harmonisées applicables. Elle permet à l'utilisateur (ou au prescripteur du produit) de choisir un produit sur la base de ses performances déclarées pour l'usage prévu.

La DOP doit notamment comporter les informations suivantes :
- la référence du type de produit pour lequel la DOP a été établie. Outre le nom commercial de la pierre, le fournisseur doit également indiquer la dénomination pétrographique
- le numéro de référence et la date de délivrance de la norme harmonisée utilisée pour l'évaluation de chaque caractéristique essentielle et, éventuellement, la documentation technique spécifique utilisée et les exigences auxquelles le produit satisfait
- la liste des caractéristiques essentielles telles que définies dans ladite norme harmonisée pour l'usage prévu déclaré
- les performances des caractéristiques essentielles du produit de construction qui sont pertinentes pour l'usage prévu (valeur moyenne et valeur minimale/maximale attendue). Par exemple, la résistance à la flexion et aux ancrages pour une application en façade permettront de vérifier si les dimensions choisies des éléments supportent les sollicitations au vent du bâtiment
- pour les caractéristiques essentielles qui ne sont pas déclarées par le fournisseur, les lettres NPD (*No Performance Determined*) seront indiquées.

Les DOP sont établies sous la seule responsabilité du fabricant/fournisseur, lequel signera le document. L'entrepreneur est ainsi assuré que les valeurs déclarées répondent aux caractéristiques de la pierre fournie, grâce à des essais réalisés au cours des dix dernières années pour les essais de durabilité et des deux dernières pour les essais de caractérisation (masse volumique-porosité, compression et flexion). Ceci est d'autant plus important que la variation des caractéristiques de la pierre au sein du

Divers produits utilisés pour les bâtiments ainsi que leurs références européennes

Produits	Références européennes
Dalles de revêtement mural	NBN EN 1469:2015
Plaquettes modulaires	NBN EN 12057:2015
Dalles de revêtement de sols et d'escaliers	NBN EN 12058:2015
Eléments de maçonnerie	NBN EN 771-6:2011

Exemple fictif de DOP pour un produit en pierre naturel



Déclaration des performances
N° 001CPR2015-06

1. **Code d'identification unique du type de produit :** ***SYB GJ 6996***

2. **Numéro de type, de lot ou de série ou tout autre élément permettant l'identification du produit de construction, conformément à l'Article 11 :** ***Granite safran de XXX***

3. **Usage(s) prévu(s) du produit de construction, conformément à la spécification technique harmonisée applicable, comme prévu par le fabricant :**
Dalles en pierre naturelle utilisées comme revêtement mural pour finitions intérieures de murs et de plafonds

4. **Performances déclarées :**

Caractéristiques essentielles	Normes	Performances				Spécifications techniques harmonisées
		E-	Moy.	σ	Unité	
Analyse pétrographique	EN 12407	Granite				EN 1469:2015
Masse volumique apparente	EN 1936	NPD	2780	NPD	kg/m³	
Porosité		NPD	0,8	NPD	% vol	
Résistance à la flexion	EN 12372	11	14	1,4	mPa	
Résistance à la flexion après gel		NPD	13	NPD	mPa	
Résistance au gel	EN 12371	NPD	168/168	NPD	Cycles	
Résistance à la flexion après chocs thermiques	EN 14066	NPD	9	NPD	mPa	
Résistance aux ancrages	EN 13364	800	1200	190	N	

E- : valeur minimale attendue *NPD : performances non déclarées*

La présente déclaration des performances est établie sous la seule responsabilité du fabricant identifié comme suit : [Nom du fabricant] – [Adresse]

Signé pour le fabricant en son nom :

gisement peut être importante (cas de nombreuses pierres sédimentaires).

A ce stade, l'entrepreneur aura rassemblé toutes les informations nécessaires concernant le projet à réaliser et pourra se faire une idée précise des exigences posées pour l'application donnée.

2 Documents supplémentaires

2.1 *Fiche technique*

La fiche technique n'a pas de format imposé et comporte en général des informations supplémentaires par rapport à la DOP, notamment :

- un certificat d'origine qui identifie le lieu d'extraction. Cette information est particulièrement importante lorsque les pierres portent des noms génériques tels que 'pierre vietnamienne' ou 'pierre de Bourgogne'
- l'indication du lieu de transformation
- des essais complémentaires non demandés par la DOP
- une description détaillée des particularités d'aspect
- des points spécifiques d'attention
- des consignes spécifiques pour la pose ou l'entretien du matériau.

Rappelons à ce titre que la NIT 228 comporte plus de 60 fiches techniques concernant les pierres naturelles le plus souvent utilisées dans notre pays. Ces fiches sont consultables gratuitement sur le site Internet du CSTC.

2.2 *Certification volontaire*

Il existe également en Belgique un système de certification volontaire de la pierre naturelle concrétisé par la marque ATG-BENOR. Ce système augmente le niveau de confiance quant à la conformité des produits, et ce grâce à des contrôles externes réalisés de manière continue (visite de la carrière et essais réguliers).

Le choix d'un matériau possédant un ATG conférera à l'entrepreneur plus de garanties concernant les caractéristiques intrinsèques de la pierre, surtout si la variation naturelle de cette dernière est importante. La liste des ATG en vigueur est disponible sur le site de l'Union belge pour l'agrément technique dans la construction (www.ubatc.be).

2.3 *Echantillon contractuel*

En complément des caractéristiques techniques, l'entrepreneur se doit également de satisfaire aux souhaits du maître d'ouvrage en ce qui concerne l'aspect. De nombreux litiges trouvent en effet souvent leur origine dans l'absence d'accord préalable sur les particularités d'aspect acceptables.

Les différences d'aspect seront comprises dans des limites fixées par un échantillon de référence accompagnant l'offre. Cet échantillon de référence (ou 'contractuel') est généralement constitué d'au moins trois éléments de taille suffisante. Il ne pourra pas être modifié par le client en cours de chantier, car les modifications de couleur ou de taille de grain, par exemple, génèrent un coût supplémentaire du fait d'un tri plus sélectif (premier ou second choix) chez le fournisseur.

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

Les désaffleurements entre carreaux adjacents peuvent engendrer divers désagréments. Ainsi, et ce particulièrement dans le cas de carreaux à bords droits posés à joints serrés, ils peuvent être considérés comme inesthétiques, gênants pour la marche, voire engendrer des dégradations sous l'influence de la circulation d'engins de manutention munis de petites roues dures. Voilà pourquoi des méthodes d'évaluation et des critères objectifs sont nécessaires, afin de se mettre d'accord au préalable et d'éviter ainsi les discussions sur chantier.

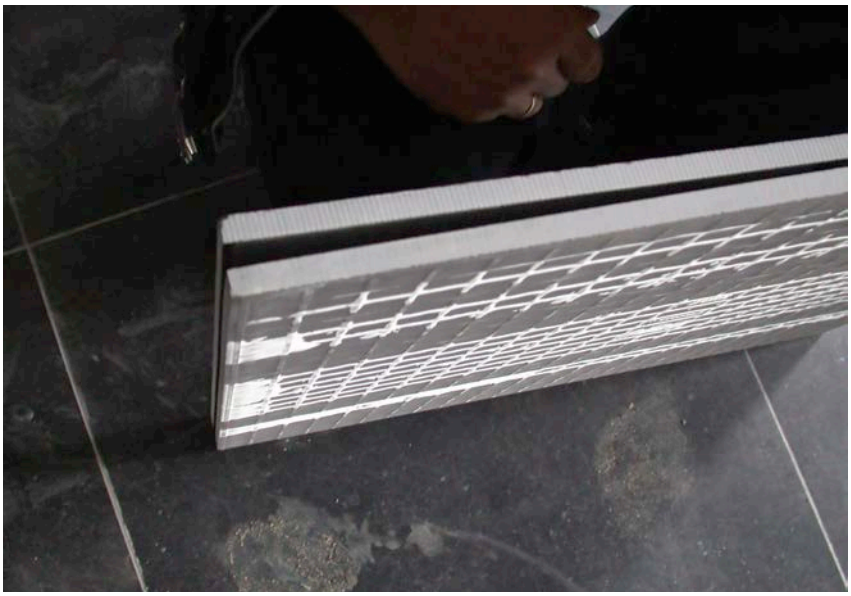
Désaffleurements admissibles
entre carreaux céramiques collés

Paramètres d'influence

Les désaffleurements entre carreaux ne sont pas uniquement liés au soin apporté lors de la mise en œuvre. De nombreux autres paramètres doivent effectivement être pris en compte.

Considérons, dans un premier temps, la planéité de la chape. Lors de la pose au moyen d'une fine couche de mortier-colle, il ne sera possible d'éliminer que dans une faible mesure les irrégularités du support. Dans ce contexte, on obtiendra donc des résultats un peu meilleurs avec un double encollage ou avec un mortier-colle pouvant être appliqué en une couche plus épaisse.

Les écarts de planéité des carreaux eux-mêmes, mesurés au niveau des bords, peuvent également être à l'origine des désaffleurements mentionnés. Les tolérances des carreaux figurent dans la norme NBN EN 14411 'Carreaux céramiques. Définitions, classification, caractéristiques, évaluation de la conformité et marquage'. En ce qui concerne les carreaux de grand format, les écarts de planéité des bords peuvent être très élevés (jusqu'à 2 mm; voir photo). Lorsque des exigences de planéité sévères sont posées pour le revêtement de sol fini, il est nécessaire de choisir des carreaux répondant à des tolérances plus strictes (voir tableau de la page suivante).



Carreau céramique grand format présentant un écart de planéité important

Il ne faut pas non plus sous-estimer l'influence de l'appareillage sur les désaffleurements entre deux carreaux adjacents. Celle-ci se fait principalement ressentir lorsque les carreaux montrent des écarts de planéité importants. Si l'on opte pour un appareillage à joints croisés, il est impossible, même avec une mise en œuvre parfaite sur un support totalement plan, d'éviter que les défauts de planéité des carreaux engendrent des désaffleurements aux endroits où les joints se croisent.

Il convient de signaler que l'utilisation de carreaux à arêtes biseautées ou arrondies permet, d'une part, de rendre les désaffleurements moins visibles et, d'autre part, de réduire les risques de détérioration des arêtes et de trébuchement. La mise en œuvre de joints épais y contribue également.

Critères

Selon la classe de planéité du support,

> Les écarts de planéité des carreaux peuvent, à eux seuls, être à l'origine de désaffleurements.

> Les désaffleurements admissibles doivent permettre, dès la phase de conception, de faire les bons choix.

les tolérances de planéité des carreaux et la méthode de pose choisie (à joints continus ou coupés), on distingue diverses classes de tolérance pour le sol carrelé. Cela permet d'adapter les choix initiaux en fonction du résultat final souhaité. Ainsi, il conviendrait de poser des exigences plus strictes dans le cas de carreaux devant subir le passage de matériel roulant (dans les grandes cuisines, les espaces commerciaux...) ou lorsque les désaffleurements peuvent s'avérer problématiques (infrastructures de soin, par exemple).

Le tableau ci-dessous livre un aperçu des tolérances de planéité d'un revêtement constitué de carreaux céramiques collés ainsi que les désaffleurements admissibles entre carreaux adjacents.

Sous réserve d'autres spécifications dans les documents contractuels, c'est généralement la classe de tolérance 'standard' qui sera utilisée. Si le maître d'ouvrage préfère toutefois appliquer la classe de tolérance 'stricte', il convient également de réaliser une chape répondant à la classe de planéité 1 (3 mm/2 m)et d'utiliser des carreaux présentant des écarts dimensionnels réduits. Il revient au carreleur de vérifier au préalable si les carreaux choisis et le support sont compatibles. Signalons toutefois que les tolérances des carreaux figurant dans le tableau ci-dessous sont parfois bien plus strictes que les écarts admissibles repris dans la norme NBN EN 14411.

L'application de la classe de tolérance 'large' (lorsque les carreaux choisis et/ou le support montrent d'importants écarts de planéité, par exemple) n'est recommandée qu'avec l'accord du maître d'ouvrage. Dans ce cas, il est préférable de réaliser des joints épais (> 6 mm) afin de réduire les nuisances dues aux risques accrus de désaffleurement.

Conclusion

En fixant les désaffleurements admissibles entre carreaux adjacents, il est possible d'accorder les choix initiaux (type de carreaux, planéité du support et appareillage) aux attentes exprimées et d'éviter d'éventuelles discussions une fois les travaux terminés.

Pour de plus amples informations, nous renvoyons le lecteur intéressé aux Antennes Normes 'Tolérances et aspect' (*Eye Precision*) et 'Parachèvement' subsidiées par le SPF Economie (www.normes.be).

T. Vangheel, ir., chef adjoint du laboratoire Matériaux de gros œuvre et de parachèvement, CSTC
J. Van den Bossche, ing., conseiller principal, division Avis techniques, CSTC
J. Wijnants, ing., chef de la division Avis techniques, CSTC

Classe de tolérance	Tolérance sur le sol fini		Exigences relatives au support, aux carreaux et à la méthode de pose		
	Planéité	Désaffleurement	Chape	Tolérance du carreau (2)	Appareillage
Large (1)	5 mm / 2 m	2 mm	• Classe de planéité 2 pour des carreaux jusqu'à 300 x 300 mm² • Classe de planéité 1 pour des carreaux plus grands	Max. 1,4 mm	Joints continus
				Max. 1,2 mm	Joints coupés
Standard	4 mm / 2 m	1,5 mm	• Classe de planéité 2 pour des carreaux jusqu'à 300 x 300 mm² • Classe de planéité 1 pour des carreaux plus grands	Max. 1,0 mm	Joints continus
				Max. 0,8 mm	Joints coupés
Stricte	3 mm / 2 m	1 mm	Classe de planéité 1	Max. 0,6 mm	Joints continus
				Max. 0,4 mm	Joints coupés

(1) Seulement avec l'accord du maître d'ouvrage. Dans ce cas, il est préférable de réaliser des joints épais afin de réduire les nuisances dues aux désaffleurements.
(2) Tolérance de planéité recommandée pour les carreaux jusqu'à 1.200 x 1.200 mm².

Tolérances de planéité d'un carrelage collé constitué de carreaux céramiques et différences de niveaux admissibles entre carreaux adjacents

Idéalement, la couleur finale d'une peinture devrait pouvoir être définie de façon univoque avant le début des travaux, afin d'éviter les discussions et les litiges entre clients, fournisseurs et applicateurs. Une étude prénormative menée récemment par le CSTC, le CoRI (*Coatings Research Institute*) et deux autres partenaires universitaires avait pour but de définir la meilleure façon de caractériser et de spécifier le rendu final des matériaux de finition utilisés en construction, y compris les peintures. L'aspect et les tolérances associées à ces dernières font en effet régulièrement l'objet de requêtes auprès de la division Avis techniques du CSTC.

Vers une **appréciation plus objective des couleurs** et des écarts admissibles

D'une manière générale, l'aspect d'un matériau peut être défini à partir de sa couleur, essentiellement déterminée par ses éléments constitutifs (les pigments dans le cas des peintures), de son caractère mat ou brillant et de sa texture de surface (lisse ou structurée).

En ce qui concerne les peintures, la couleur demandée peut être définie de plusieurs manières :

- la première fait référence à des cartes de teintes (RAL [1], nuancier Pantone...). Il s'agit en quelque sorte de catalogues de couleurs spécifiques. Il existe des cartes officielles, mais également de nombreux petits nuanciers proposés par les fabricants de peintures. Il convient néanmoins de faire attention, car, dans ce dernier cas, les couleurs ne sont qu'indicatives et ne constituent pas une référence accréditée
- la deuxième consiste à mesurer la couleur à l'aide de spectrophotomètres ou colorimètres, dont il existe actuellement de nombreux modèles portables et faciles à utiliser sur chantier. La couleur est alors référencée sous la forme de trois coordonnées généralement nommées L*a*b* ou Y,x,y en fonction du référentiel choisi sur l'appareil [2][3].

Dans les deux cas, il est primordial d'associer une tolérance, c'est-à-dire un écart de couleur admissible, à l'objectif visé. En l'absence de tolérance spécifiée et acceptée par avance, des écarts de couleur décelés à l'œil nu pourront être à l'origine de litiges.

Variations de couleur admissibles

On entend souvent dire que si la valeur du paramètre delta E* est supérieure à une unité, les différences de couleur deviennent visibles. Ce paramètre, calculé à partir des coordonnées L*a*b* mesurées, correspond à une évaluation globale de la différence entre deux couleurs. Au cours de l'étude prénormative récemment menée, une vaste campagne d'essais réalisés sur des peintures de teintes claires, foncées et saturées [4] (voir figures 2 et 3) a révélé que cette valeur est trop élevée et que des différences de couleur sont déjà perceptibles pour des valeurs de delta E* de l'ordre de 0,5 unité (voir figure 1). L'étude indique également que cette valeur de delta E* diffère d'une couleur à l'autre. Une nouvelle formule de calcul des variations de couleur, notée CIE 2000 (ΔE_{00}), permet d'obtenir des valeurs plus homogènes pour les différentes couleurs.

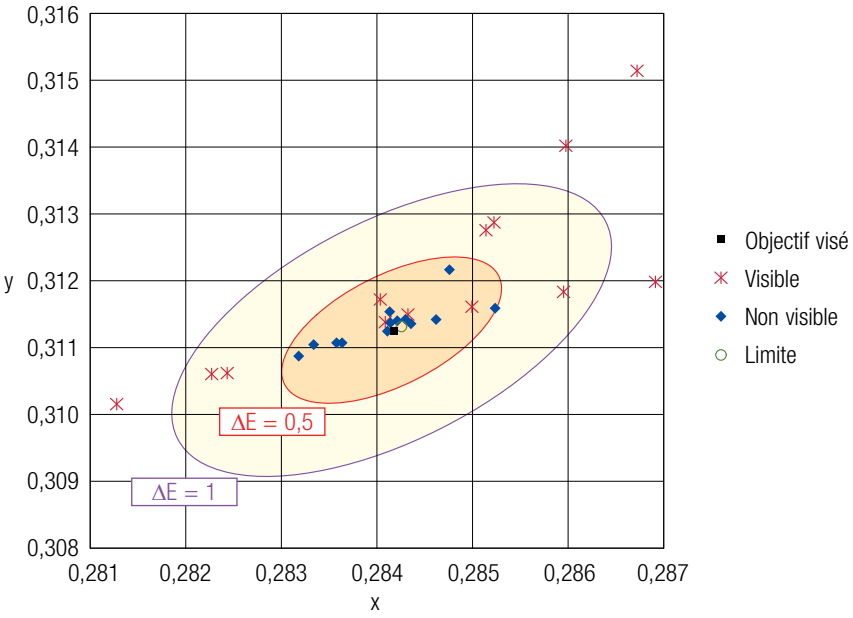
Autres facteurs d'influence

Les spectrophotomètres et colorimètres modernes fournissent automatiquement les coordonnées de couleur (L*a*b*), mais aussi les variations (delta E* et ΔE_{00}) par rapport à la couleur visée et préenregistrée.

Malgré les appareils de mesure et les formules adaptées, comparer la couleur de matériaux différents reste cependant un exercice dans lequel interviennent des facteurs supplémentaires qui influencent la couleur.

Citons d'abord le phénomène de métamérisme, qui apparaît lorsque les pigments constitutifs sont différents, et qui conduit à un écart de couleur résultant d'une

(1) Le RAL (*Reichsausschuß für Lieferbedingungen*) est une charte de couleur établie en 1927 par l'Institut allemand pour l'assurance qualité et le marquage associé.
(2) Il est à noter que de légères variations peuvent être observées entre les valeurs obtenues à l'aide de différents appareils. Celles-ci peuvent être dues notamment à la dimension de la surface de mesure. Afin de limiter l'influence de ce facteur, il est préférable d'utiliser le même appareillage pour l'ensemble des mesures.
(3) Voir également Les Dossiers du CSTC 2014/4.10.
(4) Teintes pures ne contenant, en théorie, ni blanc, ni noir, ni gris, ni couleur complémentaire.



1 | Exemple de résultats d'une évaluation des écarts de couleur perceptibles dans l'espace Y,x,y et calcul des valeurs delta E* associées

modification des conditions d'éclairage.

Un deuxième facteur qui influence la perception visuelle de n'importe quel objet est la brillance. Le caractère mat, satiné ou brillant d'une peinture provoque en effet une différence dans la couleur qui est liée à l'angle sous lequel on observe l'objet. Il est dès lors très difficile d'accorder les couleurs d'éléments présentant des brillances différentes, tels qu'un mur mat et un châssis satiné ou brillant. Dans ce cas, les conditions de mesure devront être revues et adaptées à chaque situation.

Un phénomène identique apparaît lorsque les supports peints sont de rugosité différente. Ce troisième facteur peut influencer l'aspect final du revêtement, et donc sa couleur.

Conclusion

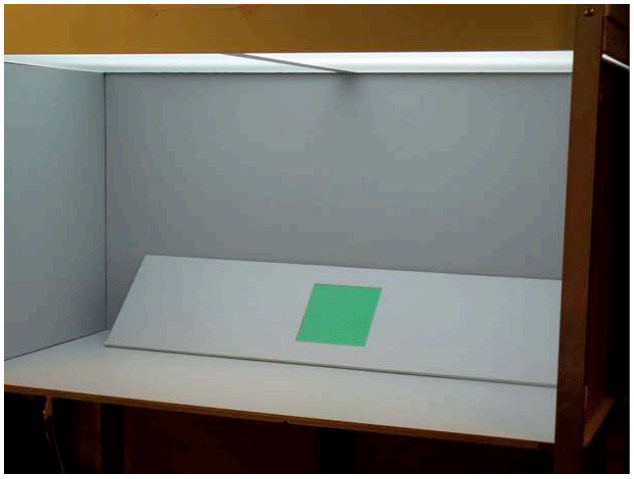
Pour limiter le nombre de litiges liés à la couleur, il apparaît indispensable de définir au mieux non seulement l'objectif demandé, mais aussi une tolérance dont la valeur sera jugée acceptable par le client et le fournisseur.

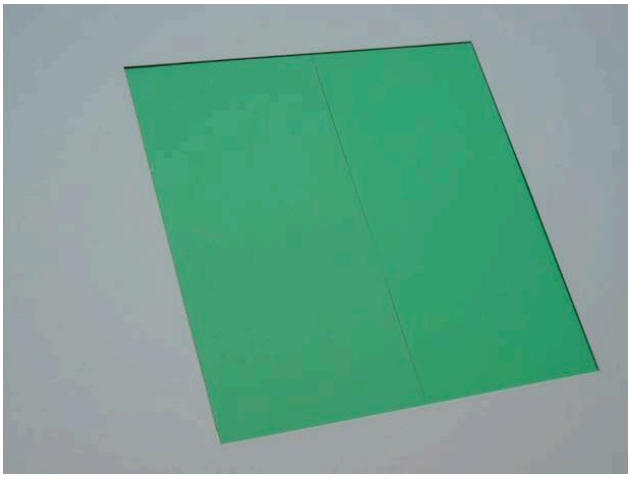
Sur la base des seules mesures de couleur, l'étude récemment menée montre que les écarts généralement admis pour les peintures utilisées en bâtiment sont trop importants et restent perceptibles à l'œil nu. Une détermination plus pointue de ces niveaux de tolérance a dès lors été réalisée. Pour être complet, l'influence d'autres paramètres tels que la brillance ou la texture de surface devrait également être prise en compte. A terme, ces résultats pourraient servir de base à l'établissement de 'classes de tolérance' allant, par exemple, de 'très sévère' à 'peu sévère' et permettant de limiter les écarts au stade de la fabrication et de vérifier de façon plus univoque l'accord entre la demande et le résultat final.

Dans l'attente de la publication des résultats définitifs de l'étude prénormative et de la proposition de valeurs de tolérance admissibles pour les différentes couleurs, la réalisation plus systématique de zones de test de dimensions représentatives pourrait constituer une première solution à cette problématique.

M.-C. Van Eecke, ir., CoRI
E. Cailleux, dr., chef adjoint du laboratoire Bois et coatings, CSTC

Cet article a été rédigé dans le cadre des Guidances technologiques Suremat et COM-MAT, subsidiées par la Région wallonne.





2 et **3** | Test d'observation entre deux plaques peintes placées côte à côte et réalisé sous une source lumineuse D65 (lumière naturelle) afin de déterminer si des écarts de couleur sont perceptibles à l'œil nu.

Les poêles et inserts à bûches ou granulés permettent de chauffer directement, par rayonnement et par convection, le volume dans lequel ils sont installés. Leur fonctionnement nécessite une amenée d'air bien dimensionnée et un conduit d'évacuation de la fumée adapté permettant d'assurer une combustion de qualité, de réduire les émissions de polluants et d'éviter l'encrassement prématuré des conduits.

Amenée d'air comburant
pour le chauffage local au bois

Etanchéité du circuit de combustion

Les appareils de chauffage local au bois peuvent être classés selon la manière dont l'air comburant est prélevé. Les différentes configurations rencontrées ainsi que leur niveau d'étanchéité sont décrites dans le tableau B à la page suivante.

Il est recommandé d'installer un appareil de type fermé ou étanche qui prélève directement l'air comburant à l'extérieur du bâtiment via un conduit. Ce type d'appareil permet potentiellement de réduire les risques d'interaction avec des dispositifs de ventilation par extraction mécanique, mais également de refoulement de la fumée dans les espaces de vie. Cependant, étant donné que le niveau d'étanchéité des appareils de type fermé est indéterminé, il est difficile de prédire leur comportement réel en présence d'une extraction mécanique. De plus, leur niveau d'étanchéité est susceptible de varier d'un modèle à l'autre, en fonction des techniques mises en œuvre. La plupart des appareils 'fermés' disponibles actuellement sur le marché ne peuvent pas être qualifiés d'étanches.

Dimensionnement de l'amenée d'air

Lorsque l'air comburant est prélevé directement à l'extérieur du bâtiment à l'aide d'un conduit raccordé à un appareil de type fermé ou étanche, le conduit doit être mis en œuvre selon les recommandations du fabricant, notamment concernant son type, son diamètre minimal, sa longueur maximale et le nombre maximal de coudes autorisé.

Actuellement, la plupart des appareils sont de type ouvert et prélèvent l'air comburant dans l'espace d'installation. Ce dernier doit dès lors disposer d'une ouverture vers l'extérieur, dimensionnée en fonction de la puissance de l'appareil. Il est exclu de compter sur les infiltrations d'air par l'enveloppe du bâtiment pour assurer un débit suffisant, comme cela se faisait parfois auparavant. En effet, l'étanchéité à l'air des bâtiments modernes ne permet plus d'assurer les débits nécessaires et celle des bâtiments existants peut être fortement modifiée par des travaux ultérieurs de rénovation, tels que le remplacement de châssis, la pose d'un isolant extérieur ou la réalisation de finitions intérieures.

L'ouverture d'amenée d'air pour un appareil de type ouvert doit être réalisée dans une paroi extérieure, idéalement à proximité du poêle ou de l'insert afin d'éviter les courants d'air. Elle doit être équipée d'une grille empêchant le passage des petits animaux. Pour des raisons de sécurité et de santé, il est fortement recommandé que cette ouverture soit non obturable. Cette recommandation, qui est liée au choix d'un appareil de type ouvert, a un impact prévisible sur l'étanchéité à l'air du bâtiment, dont il convient de tenir compte au moment de fixer le niveau d'étanchéité souhaité.

Dans la pratique, l'ouverture d'amenée d'air comprend une grille extérieure, un conduit traversant la paroi extérieure, ainsi qu'une éventuelle grille intérieure décorative ou un conduit intérieur (sous chape, par exemple) débouchant à proximité du poêle ou de l'insert. L'ensemble de ces éléments doit permettre le passage du débit nominal d'air comburant, nécessaire pour une bonne combustion, pour une différence de pression de 3 Pa.

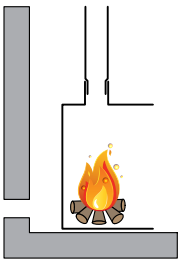
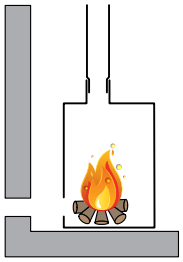
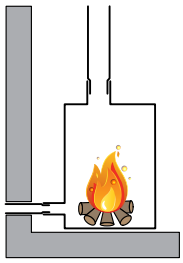
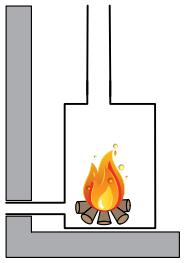
Le fonctionnement d'un poêle ou d'un insert nécessite un débit d'environ 4 m³/h d'air par kilowatt de puissance utile. Le débit d'air nécessaire en fonction

> Les appareils de type fermé ou étanche sont à privilégier.

A | Débit nominal d'air comburant en fonction de la puissance de l'appareil

Puissance nominale [kW]	5	7,5	10	12,5	15
Débit nominal d'air comburant [m³/h]	20	30	40	50	60
Diamètre de la grille [mm] (exemple 1)	125	125	150	160	200
Diamètre de la grille [mm] (exemple 2)	115	145	145	190	190

B | Les différents dispositifs et leur niveau d'étanchéité

Description	Schéma	Principe de fonctionnement
Atres ou feux ouverts pour lesquels il n'existe aucun moyen de contrôler l'amenée d'air comburant. Ces dispositifs ont un rendement énergétique médiocre et ne sont pas abordés dans le présent article.		Type ouvert (non étanche). L'air comburant est prélevé dans l'espace d'installation.
Poêles et inserts équipés d'une porte de chargement fermée en fonctionnement normal. Certaines parois peuvent être constituées d'éléments vitrés pour l'observation des flammes. La chambre de combustion est munie d'un dispositif de réglage de l'amenée d'air permettant d'ajuster le fonctionnement de l'appareil.		Type ouvert (non étanche). L'air comburant est prélevé directement dans l'espace d'installation.
		Type fermé dont le niveau d'étanchéité est indéterminé. L'air comburant est prélevé à l'extérieur du bâtiment via un conduit.
		Type étanche : type fermé dont l'étanchéité a été validée par un essai. L'air comburant est prélevé à l'extérieur du bâtiment via un conduit.

de la puissance de l'appareil est précisé dans le tableau A à la page précédente.

La plupart des fabricants de grilles de ventilation indiquent le débit disponible (q) pour une différence de pression de 2 Pa (q_{2Pa}). Le débit estimé à 3 Pa (q_{3Pa}) est approximativement 20 % plus élevé. Le tableau A donne également, à titre d'exemples, le diamètre de deux grilles différentes qui permettent d'obtenir le bon débit. On constate que les grilles de conception différente sont de taille différente pour un débit identique. Dans le cas des deux exemples donnés, une ouverture d'un diamètre supérieur à 115 mm est toujours nécessaire.

Conclusion

Les appareils de type fermé ou étanche peuvent prélever l'air comburant directement à l'extérieur du bâtiment via un conduit, ce qui peut constituer une solution mieux adaptée pour les bâtiments modernes étanches à l'air. Pour les appareils de type ouvert, une ouverture non obturable est recommandée. Dans un grand nombre de situations, l'ouverture peut être dimensionnée uniquement sur la base des informations fournies par le fabricant de la grille extérieure. Si la situation est plus complexe (lorsque le conduit d'amenée d'air présente des coudes ou une longueur importante, par exemple), il convient de réaliser un dimensionnement plus précis des pertes de pression. Un outil de calcul est présenté dans la version intégrale de cet article.

X. Kuborn, ir., chef de projet, laboratoire Chauffage et ventilation, CSTC

A partir du 26 septembre 2015, les directives relatives à l'écoconception et à l'étiquetage énergétique, que nous connaissons déjà pour une multitude d'autres produits tels que les pneus de voitures et les réfrigérateurs, entreront également en vigueur pour les appareils de production d'eau chaude sanitaire (ECS). Dès lors, les appareils qui ne répondront pas à ces directives ne pourront plus être vendus. Cet article traite en détail des modifications apportées par ces directives aux installations de production d'ECS.

Ecoconception et étiquetage énergétique pour les appareils de production d'ECS

1 Directives européennes

La directive européenne Ecoconception (2009/125/CE) a été introduite en 2009 et concerne la conception écologique de produits liés à l'énergie. La directive Etiquetage énergétique (2010/30/UE) est, quant à elle, parue en 2010 et traite de l'affichage de la consommation énergétique sur ces produits. Ces directives ont toutes deux été complétées par des règlements délégués – portant respectivement les n° 812/2013 et 814/2013 – consacrés notamment aux exigences relatives aux réservoirs de stockage d'eau chaude.

1.1 Ecoconception

Pour les appareils de production d'ECS de petite à moyenne dimension, c'est-à-dire ceux dont la puissance thermique nominale est inférieure ou égale à 400 kW, la directive Ecoconception impose que le rendement de production soit mesuré au moyen d'un test de 24 heures, et ce en tenant compte du profil de soutirage pour lequel l'appareil a été conçu (de 3XS à 4XL). Ces profils sont à leur tour mis en relation avec la taille de l'installation sanitaire. Ainsi, les profils S à L sont utilisés pour les habitations unifamiliales. Dès septembre 2015, des rendements minimums seront fixés par profil de soutirage. Ces exigences seront encore renforcées en 2017 et 2018 (voir tableau ci-dessous).

Un certain nombre d'exigences supplémentaires seront en outre imposées, notamment en matière d'acoustique (pour les pompes à chaleur installées à l'extérieur) et d'émissions de NO_x. Pour les réservoirs pouvant contenir jusqu'à 2.000 litres, des valeurs de pertes calorifiques maximales feront également leur apparition à partir de 2017.

1.2 Etiquetages énergétiques

En ce qui concerne les appareils de production d'ECS et les réservoirs d'eau chaude de petite taille (jusqu'à 70 kW et 500 litres) destinés à un usage domestique, une classe d'efficacité énergétique – allant de G (très énergivore) à A+++ (très économe) – est attribuée sur la base des résultats du test requis par la directive Ecoconception. Une étiquette mentionnant la classe à laquelle appartient l'appareil doit être apposée sur ce dernier (voir figure 2).

Les classes d'efficacité énergétique A+

Profil de soutirage	Rendements minimums		
	2015	2017	2018
3XS	22 %	32 %	–
XXS	23 %	32 %	–
XS	26 %	32 %	–
S	26 %	32 %	–
M	30 %	36 %	–
L	30 %	37 %	–
XL	30 %	37 %	–
XXL	32 %	37 %	60 %
3XL	32 %	37 %	64 %
4XL	32 %	38 %	64 %

Evolution des rendements minimums par profil de soutirage



1 | Dispositif d'essai permettant de mesurer le rendement de production d'ECS selon le principe de la directive Ecoconception

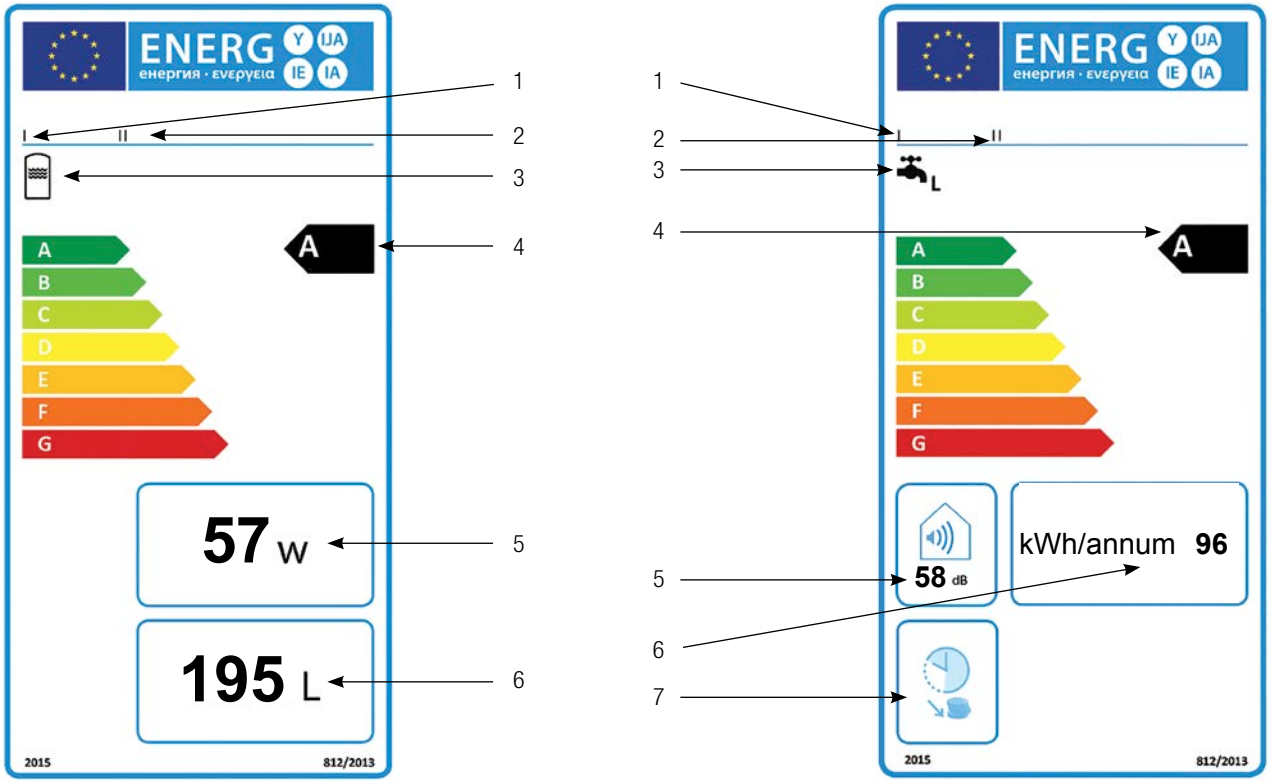
et A+++ sont attribuées uniquement aux appareils et aux solutions durables, tels les chauffe-eau solaires.

2 Etude récente

Dans le cadre du projet TETRA 'SWW' (IWT 120145; voir www.tetra-sww.be), un dispositif d'essai a été développé à l'Université d'Anvers dans le but de déterminer les rendements de production d'ECS selon le principe de la directive Ecoconception (voir figure 1).

Les rendements obtenus avec les profils de soutirage standardisés ont été comparés aux rendements obtenus avec les profils déduits de mesures récemment effectuées par le CSTC. Il ressort de cette comparaison que les résultats sont en grande partie similaires. Toutefois, il est essentiel de veiller à ce que l'appareil soit correctement dimensionné, autrement dit qu'il soit adapté à la taille de l'installation sanitaire. En effet, si l'appareil est surdimensionné, les rendements indiqués sur l'étiquette ne seront généralement pas atteints.

B. Bleys, ir., chef adjoint du laboratoire Techniques de l'eau, CSTC



1. Nom du fournisseur ou marque commerciale
2. Type d'appareil
3. Fonction de réservoir d'eau
4. Classe d'efficacité énergétique
5. Perte calorifique (en watts)
6. Volume de stockage du réservoir d'eau chaude (en litres)

1. Nom du fournisseur ou marque commerciale
2. Type d'appareil
3. Fonction de chauffe-eau et profil de soutirage
4. Classe d'efficacité énergétique
5. Niveau de puissance sonore (en décibels)
6. Consommation d'électricité annuelle (en kilowatts-heure)
7. Chauffe-eau conventionnel fonctionnant exclusivement durant les heures creuses

2 | Exemples d'étiquettes énergétiques pour un réservoir d'eau chaude (à gauche) et pour un appareil de production d'ECS (à droite)

Les installations sanitaires dans les bâtiments sont souvent source de bruits indésirables. Cet article présente quelques directives de conception et de mise en œuvre simples permettant de réduire le bruit dans les installations de distribution d'eau. D'autres articles traiteront prochainement plus en détail des installations d'évacuation d'eau, des gaines de conduites et des dispositifs antivibratoires destinés aux équipements techniques.

Directives visant à réduire le **bruit dans les installations de distribution d'eau**

Origine

Le bruit engendré par les installations de distribution d'eau est principalement dû à l'apparition de turbulences au niveau des robinets (lavabos, douches, baignoires et toilettes, par exemple) et, dans une moindre mesure, dans les conduites au droit des changements de section, des coudes ou des tés (voir CSTC-Revue 1981/1). Ces turbulences produisent des variations de pression dans l'eau donnant lieu à des vibrations dans les conduites et la structure du bâtiment. Des bruits peuvent alors se transmettre dans les pièces voisines, voire dans les locaux plus lointains. L'interruption brusque de la circulation d'eau (due à la fermeture d'une valve automatique, par exemple) peut également engendrer des ondes de choc dans les conduites. Ce phénomène, généralement accompagné d'un bruit court, est appelé 'coup de bélier' (voir Les Dossiers du CSTC 2010/3.15).

Directives de conception

La nuisance engendrée par les écoulements turbulents précités peut être évitée en réduisant la vitesse du flux : un débit de 2 m/s est proposé pour les sous-sols et les espaces techniques, de 1,5 m/s pour les gaines verticales et de 1 m/s pour les espaces habités (voir Les Dossiers du CSTC 2010/3.15). S'il n'est pas possible de réduire la vitesse de l'eau, un certain nombre de solutions peuvent être envisagées.

Avant tout, la pression au droit des robinets doit être maintenue au niveau le plus bas possible (3 bar au maximum). Il faut toutefois veiller à respecter la pression minimale nécessaire au bon fonctionnement des robinets lors des débits de pointe. Cette pression minimale est fonction de la nature des robinets.

En outre, il est préférable de choisir des robinets répondant à la classe acoustique 1 (c'est-à-dire la plus silencieuse selon la norme NBN EN 817) et d'éviter les changements de direction brusques dans le réseau de distribution, en privilégiant, par exemple, les courbes à grand rayon plutôt que les coudes (réduction de ± 5 dB).

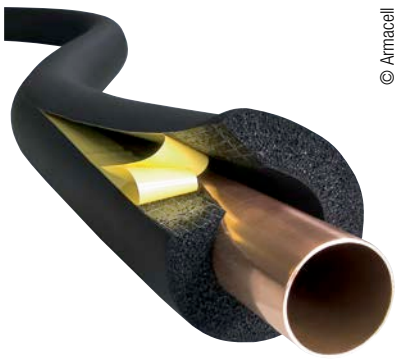
On notera également qu'en cas de cavitation, les raccords à forte réduction de


© Flamcogroup

1 | Collier à revêtement intérieur souple


© KME

2 | Conduite revêtue d'un matériau isolant synthétique légèrement strié


© Armacell

3 | Tube souple enveloppé de mousse isolante



4 | Fixation des robinets et des conduites dans la coulisse d'une paroi de doublage

diamètre (sertissage de tubes Alu-PEX, par exemple) peuvent être à l'origine d'une augmentation extrême du niveau de bruit, qu'il convient d'éviter d'un point de vue acoustique, sauf si la vitesse du débit est inférieure à 1 m/s.

Quant au phénomène de coup de bélier, on pourra s'en préserver (voir Les Dossiers du CSTC 2010/3.15) :

- en réduisant la longueur de la conduite entre le robinet et le branchement suivant
- en réduisant la vitesse d'écoulement sur cette longueur (choix d'une conduite de plus grand diamètre, par exemple)
- en évitant d'utiliser des dispositifs à fermeture rapide (vannes à fermeture automatique, certains robinets de mélange à levier…)
- en installant un antibélier correctement dimensionné à proximité du robinet ou de la valve (d'une machine à laver, par exemple)

Enfin, il est vivement recommandé de fixer les conduites d'eau sur des parois lourdes. Par contre, il est exclu de les fixer aux parois séparant les habitations, afin de ne pas provoquer de nuisances chez les voisins.

Directives de mise en œuvre

Un certain nombre de directives doivent également être respectées lors de la mise en œuvre.

Ainsi, d'un point de vue acoustique, il est déconseillé de placer les conduites dans les parois; on préférera alors les fixer aux parois au moyen de colliers munis d'un revêtement intérieur souple (voir figure 1). Placés dans les parois massives, ceux-ci permettent en effet une réduction du bruit de 4 à 7 dB par rapport aux colliers rigides.

Si les conduites sont néanmoins installées à l'intérieur d'une paroi massive, il convient de les munir d'une gaine appropriée. Dans le cas du cuivre, le prégainage appliqué en usine suffit à cet effet (réduction de ± 6 dB, voir figure 2), mais une gaine d'isolation souple permet une meilleure réduction (± 13 dB, voir figure 3). On veillera en outre à envelopper les tés, les coudes et les raccords d'un matériau poreux souple, afin d'éviter les ponts acoustiques entre les conduites et la paroi, une fois les travaux de maçonnerie ou de plafonnage achevés.

Il est également possible de placer les conduites dans la coulisse créée par l'utilisation d'une paroi de doublage. Cette technique est souvent appliquée dans le cadre de travaux de rénovation. Il est alors recommandé de fixer les extrémités des conduites à l'ossature (au moyen de plaques de montage, par exemple) et d'éviter tout contact rigide avec la paroi de base (voir figure 4).

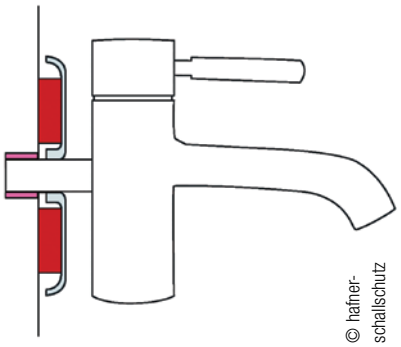
Les conduites traversant les parois ou le sol doivent, quant à elles, être revêtues d'un matériau souple (résistant au feu ou non, voir NIT 254), de sorte qu'il n'y ait aucun contact rigide avec les parois ou le sol.

L'utilisation d'un tuyau flexible entre la conduite et le robinet peut également permettre de réduire le bruit d'environ 4 dB dans les parois massives, à condition que le robinet et l'appareil sanitaire auquel le tuyau est raccordé soient séparés du reste de la structure au moyen d'un dispositif antivibratoire (voir figures 5 et 6).

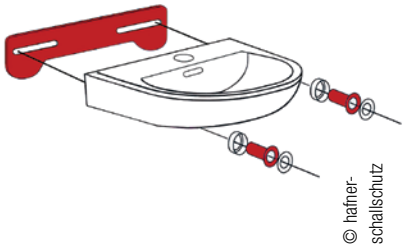
Enfin, il est important de prévoir des possibilités de mouvement suffisantes des conduites de distribution d'eau chaude métalliques encastrées, afin d'éviter le 'cliquetis' dû à la dilatation thermique.

L. De Geetere, dr. ir., chef adjoint de la division Acoustique, CSTC

Cet article a été rédigé dans le cadre de la Guidance technologique 'Ecoconstruction et développement durable', subsidiée par InnovIRIS, et de la Guidance technologique COM-MAT 'Matériaux et techniques de construction durables', qui bénéficie, quant à elle, du soutien financier de la Région wallonne.



5 | Fixation d'un robinet au moyen d'un dispositif antivibratoire



6 | Fixation d'un évier au moyen d'un dispositif antivibratoire

Afin de garantir la rentabilité de ses projets, l'entrepreneur doit avoir une idée précise des coûts que ceux-ci entraînent. Un suivi, ou 'contrôle des dépenses', régulier s'avère essentiel à cet égard.

Suivi des coûts d'un projet

Contrairement au suivi comptable des coûts et des recettes, ce 'postcalcul' a lieu durant les travaux mêmes (processus d'exécution du chantier). Il offre à l'entrepreneur la possibilité, lorsqu'il constate des écarts entre les coûts estimés en phase d'offre et les coûts réels de chantier, de tenter de redresser la barre en modifiant l'organisation du chantier ou en privilégiant un autre mode opératoire. En outre, l'entrepreneur peut ainsi identifier ce qui est à l'origine des écarts (augmentations des prix, mauvaise évaluation des rendements...).

Comment réaliser le suivi des dépenses ?

Pour qu'un suivi soit effectué correctement, celui-ci doit prendre en compte l'ensemble des coûts – autrement dit, aussi bien les coûts directs qu'indirects.

Suivi des coûts directs

Le suivi des coûts directs (matériaux, main-d'œuvre, machines et sous-traitance) se fait en comparant les coûts estimés en phase d'offre avec les dépenses réellement engagées en phase d'exécution. Les enregistrements relatifs notamment aux heures prestées et à la consommation sont traités et analysés de façon manuelle ou numérique. Une méthode de travail adaptée et une bonne communication sont nécessaires si l'on souhaite que l'information circule rapidement. Le site Internet du CSTC dispose d'une base de données de logiciels pouvant s'avérer utiles dans ce contexte (www.cstc.be/go/techcomsoft).

Les informations enregistrées sur le chantier permettent de déterminer aisément dans quelle mesure les coûts réels diffèrent des coûts estimés, dans quels postes surviennent ces écarts et quelles en sont les causes principales. Il s'agit bien souvent :

- d'une différence de rendement (mauvaise évaluation des rendements, conditions climatiques défavorables, modification de la méthode d'exécution...)
- d'une différence dans les quantités de produits (mesures erronées, travaux supplémentaires réalisés à la demande du client...)
- d'un écart de prix (modification du prix des matériaux, indexation des salaires...).

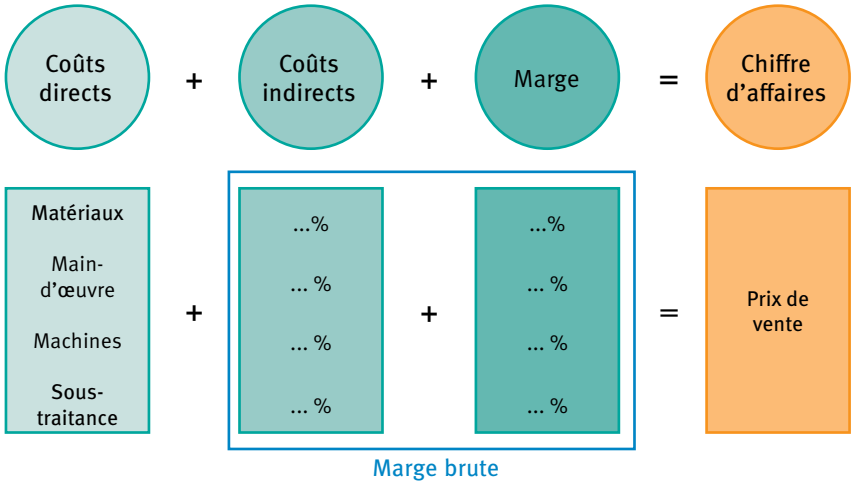
Le suivi des coûts réels directs a pour objectif de déterminer si la marge brute estimée (prix de vente – coûts directs prévus au budget) reste dans la ligne de la marge brute réelle (montant réel facturé – coûts directs réels). La marge brute se définit comme la différence entre le prix de vente et les coûts directs (voir figure ci-dessous).

Suivi des coûts indirects

Les coûts indirects doivent également être pris en compte lors du suivi. Ceux-ci peuvent en effet représenter un pourcentage significatif du chiffre d'affaires total de l'entreprise. Etant donné que ces coûts ne sont pas directement imputés aux projets (voir Les Dossiers du CSTC 2014/4.16), leur calcul doit être effectué sur une base périodique (trimestrielle ou mensuelle). En comparant les coûts indirects budgétés aux coûts indirects réels, l'entrepreneur pourra mieux fixer les pourcentages à utiliser dans ses prochaines offres.

T. Vissers, ing., conseiller, division Gestion, qualité et techniques de l'information, CSTC

Pour plus d'informations à ce sujet, n'hésitez pas à contacter les conseillers de la division Gestion, qualité et techniques de l'information du CSTC (gebe@bbri.be ou 02/716.42.11).



Composition du prix de vente

Publications du **CSTC**



Les Dossiers du CSTC

2015/2.19 Impact environnemental des toitures plates

2015/2.16 Nouvelles règles relatives aux essais de pressurisation des bâtiments

2015/2.11 Pose de carreaux minces XL et XXL

2015/2.5 L'asphalte coulé en toiture-parking : enseignements et expériences du groupe de travail

2014/4.5 ETICS sur ossature en bois

Infofiches

N° 72.2 La reprise en sous-œuvre au moyen de fouilles blindées

N° 72.1 Le rempiètement de fondations existantes

Formation

'Certification de placeurs de portes résistant au feu' :

- quatre séances de formation de trois heures (douze heures au total)
- de 16h30 à 19h30 les lundis 14, 21, 28 et 5 octobre 2015
- à la station expérimentale du CSTC à Limelette (avenue Pierre Holoffe 21)

Les inscriptions se font via le formulaire dans la rubrique 'Agenda' de notre site Internet ou auprès de J.-P. Ginsberg par téléphone (02/625.77.11), par fax (02/655.79.74) ou par e-mail (bcqs@bbri.be).

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 (02/625.77.11), par fax (02/655.79.74) ou par e-mail (info@bbri.be).
- Lien utile : www.cstc.be (rubrique 'Agenda').

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

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

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

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

www.cstc.be

cstc.be
Recherche • Développe • Informe

Centre scientifique et technique de la construction

Recherche • Développe • Informe

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

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

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

Développement, normalisation, certification et agréation
A la demande des acteurs publics ou privés, le CSTC réalise divers développements sous contrat. Collaborant activement aux travaux des instituts de normalisation, tant sur le plan national (NBN) qu'européen (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 29