

cstc | Contact

UNE ÉDITION DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION

2020/5

Mousse de
polyuréthane
projetée
p4-5

Façades vertes et
isolation acoustique

p8-9

Digital
construction.be

p14-15

Sommaire

2020/5

	<i>Innovaders</i> rend l'innovation plus accessible aux PME.....	3
	Recommandations liées à la projection au sol de mousse de polyuréthane.....	4
	Impact de l'humidité sur les performances thermiques des isolants.....	6
	Des façades vertes pour réduire la gêne acoustique à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments	8
	Déterminer la résistance au feu des maçonneries à l'aide de valeurs tabulées	10
	Pourquoi faut-il aujourd'hui que les bâtiments soient intelligents ?.....	12
	Digitalconstruction.be : votre référence en matière de numérisation.....	14
	<i>Lean Construction</i> : l'amélioration continue	16
	Pleins feux.....	18

Innovaders rend l'innovation plus accessible aux PME

La crise sanitaire que nous vivons nous démontre une fois encore que l'innovation, qu'elle soit technique, organisationnelle ou liée aux services, occupe une place essentielle en permettant aux entreprises de s'adapter aux changements.

Le CSTC s'est donc regroupé avec les centres de recherche collective du pays pour former la plateforme **Innovaders**. L'objectif ? Rappeler le rôle crucial que jouent les centres de recherche collective dans l'innovation, mais aussi encourager cette dernière, à l'heure où le secteur de la construction en a le plus besoin. De quelle manière ? En mettant à disposition nos connaissances et celles de nos partenaires ainsi que nos infrastructures au travers de formules de collaboration facilement accessibles et adaptées aux besoins de chaque entreprise.

Nous proposons trois formules : les projets d'innovation, les projets de recherche collective et les 'journées découverte'.

Innovation

L'innovation est l'une des missions de base du CSTC. A cet effet, le Centre travaille en étroite collaboration avec le secteur. Nos **270 collaborateurs** hautement qualifiés et passionnés par leur métier sont donc bien placés pour épauler votre entreprise, quelle que soit sa taille. Nous proposons des projets d'innovation adaptés aux besoins de chaque entreprise.

Recherche collective

Alors que les projets d'innovation s'adressent à des entreprises individuelles, la recherche collective a pour objectif de faire progresser l'ensemble des entreprises du secteur. Le résultat de ces recherches est analysé et publié dans des articles, mais est également pris en compte dans les **Notes d'information technique**, véritables codes de bonne pratique bien connus des professionnels. 'Seul on va plus vite, mais ensemble on va plus loin' est un adage qui colle parfaitement à la recherche collective.

Les différents articles de ce magazine comme des précédents s'attachent à faire le point sur l'avancement et les résultats des recherches que nous menons pour vous. La rubrique PLEINS FEUX illustre plus particulièrement les retombées que peuvent avoir un projet d'innovation et une recherche collective sur le travail quotidien des entreprises.

Découvrez le CSTC

Vous avez envie d'en savoir plus sur nos services et vous souhaitez mieux connaître le CSTC ? Rendez-nous visite lors d'une '**journée découverte**' ! Vous passerez en revue l'ensemble de nos services et découvrirez tout ce que nous pouvons faire pour vous aider. Vous souhaitez faire certifier un produit ? Vous voulez recevoir des conseils technologiques ? Notre équipe d'experts vous attend ! Consultez les sites www.innovaders.be ou www.cstc.be pour de plus amples informations.



Recommandations liées à la projection au sol de mousse de polyuréthane

La projection de mousse de polyuréthane pour l'isolation des sols est une technique très largement répandue. On observe néanmoins fréquemment des problèmes de tassements engendrant d'importants dégâts, et ce malgré un cadre de qualité. Le SPF Economie a dès lors subsidié une étude afin d'établir des exigences normatives visant à éviter ces problèmes. Elle a révélé l'impact de l'humidité relative de l'air et de la composition des produits.

L. Moro, ing., chef de projet, laboratoire 'Isolation, étanchéité et toitures', CSTC

Les chapes flottantes réalisées sur une couche d'isolation connaissent depuis quelque temps des évolutions considérables, notamment :

- des **épaisseurs d'isolation de plus en plus élevées**, dues à des exigences de performance énergétique accrues
- des **délais de construction de plus en plus courts** impliquant la recherche de solutions faciles et rapides à mettre en œuvre.

La projection *in situ* d'un isolant tel que la mousse de polyuréthane (PU) constitue une solution intéressante, majoritairement appliquée sur un plancher, dans la mesure où le produit peut être mis en œuvre rapidement, facilement, en grandes épaisseurs (plusieurs couches), sans interruption

(par des conduites, ...) et avec une préparation minimale du support (pas de couche de nivellement, ...).

L'utilisation de mousse de polyuréthane est couverte par un **cadre de qualité** abordant de nombreux points allant des matières premières à l'installateur. Respecter ce cadre représente une première étape vers une mise en œuvre optimale (voir [Les Dossiers du CSTC 2013/4.10](#)).

Le CSTC est cependant régulièrement contacté au sujet de cas de pathologies observés sur des finitions à la suite d'un **tassement** de la mousse de polyuréthane projetée (voir figures 2 et 3 à la page suivante) (*). Le SPF Economie a dès lors subsidié une étude visant à établir des exigences normatives pour éviter ce phénomène. Cela nécessite d'identifier les causes de ces tassements et de définir des recommandations pour assurer une application optimale du produit.



1 | Projection *in situ* de mousse de polyuréthane.

Etude du CSTC et résultats

Dans le cadre de cette étude, le CSTC a demandé à quatre entrepreneurs de réaliser un grand nombre de chapes en faisant varier les paramètres présumés avoir une influence sur les caractéristiques finales du produit, c'est-à-dire les paramètres liés :

- au produit même : marque, variantes 'été', 'hiver' et 'toutes saisons' (la plupart des fabricants mettent au point des formulations 'été' et 'hiver', différant par la quantité de catalyseurs, afin de permettre un temps de réaction adéquat et raisonnable)
- à la mise en œuvre du produit : nombre et épaisseur des couches
- à l'environnement : conditions atmosphériques lors de

(*) D'autres pathologies, telles que le cintrage de la chape, ont aussi un impact sur les finitions, mais elles ne sont pas traitées dans cet article.



2 et 3 | Diverses pathologies observées à la suite d'un tassement de la mousse de polyuréthane projetée.

la projection

- aux supports sur lesquels sont réalisées les projections : humides (pulvérisation d'eau en surface juste avant l'application) ou mouillés (dalle saturée en eau).

L'étude a révélé que les caractéristiques mécaniques de la mousse de polyuréthane projetée *in situ* étaient très hétérogènes (d'un produit à l'autre, mais aussi d'un chantier ou d'une configuration à l'autre), et ce malgré de faibles variations de la masse volumique et de la constante en cellules fermées.

Elle a également permis d'identifier certains paramètres qui ne figurent pas encore dans le cadre de qualité, mais qui ont un impact sur la qualité du produit final ainsi que sur ses propriétés mécaniques et dimensionnelles, à savoir :

- le **taux d'humidité relative de l'air**
- les **variantes 'été et 'hiver'** des mousses projetées.

Enfin, cette étude a révélé que l'**âge des échantillons** au moment de l'essai influençait les résultats des tests de caractérisation du polyuréthane (stabilisation et diminution du tassement sous charge à température, augmentation de la résistance en compression et de la constante en cellules fermées). Des analyses plus approfondies pourraient dès lors mener à recommander une période d'attente avant l'application des charges et la mise en œuvre des couches suivantes et d'un éventuel chauffage par le sol.

Premières recommandations

Malgré certaines incertitudes, l'étude a révélé quelques points d'attention très importants. Sur la base de l'ensemble des résultats obtenus, il peut être recommandé :

- de privilégier la réalisation de plusieurs couches d'environ 4 cm (selon les instructions des fabricants) plutôt que d'une couche épaisse, afin d'obtenir de meilleures caractéristiques mécaniques

- d'éviter l'application du produit sur des supports humides ou mouillés, qui affectent très négativement les propriétés finales de l'isolant (diminution de la résistance en compression et de la masse volumique, et augmentation des variations dimensionnelles et du tassement sous charge). L'application sur un support sec *de visu* est donc fortement conseillée
- de bannir la mise en œuvre dans des conditions atmosphériques extrêmes. Les propriétés du produit, en particulier la version 'été', sont effectivement altérées par une ambiance froide (températures comprises entre 0 et 5 °C) ou tempérée et humide (températures comprises entre 15 et 25 °C et taux d'humidité relative supérieur à 90 %). Pour l'instant, seule une plage de température – relativement restreinte – est reprise dans le cadre de qualité
- d'élargir le champ d'utilisation, actuellement limité, de la version 'hiver' et/ou, mieux encore, de documenter cette dernière dans le cadre de qualité, car elle présente systématiquement des propriétés mécaniques et une stabilité dimensionnelle accrues par rapport à la version 'été'.

Suite de l'étude et nouvelles évolutions

Une étude complémentaire a été initiée avec pour objectif de :

- compléter et nuancer les premiers résultats par l'analyse de produits et de variantes supplémentaires
- réaliser des essais sur des complexes planchers entiers
- prendre en compte de nouveaux éléments ainsi que les évolutions du marché (remplacement des agents gonflants 'HFC' par 'HFO' pour des raisons environnementales et sanitaires, utilisation de l'eau comme agent gonflant, augmentation de l'épaisseur de l'isolation au-delà de 15 cm, pose non adhérente, ...).

Sur la base des résultats, un autre objectif consistera à mettre au point un essai normalisé, rapide et fiable permettant d'évaluer le polyuréthane avant la réalisation de la chape. 

Impact de l'humidité sur les performances thermiques des isolants

C'est un fait : l'humidité dégrade les performances thermiques des isolants. Certains matériaux mis en œuvre dans un environnement humide sont très peu concernés par cette altération. En revanche, d'autres le sont bien plus, même sans entrer directement en contact avec de l'eau. Quel est dès lors l'impact réel de l'humidité ambiante ? Est-il déjà pris en compte dans le calcul des performances énergétiques ?

A. Tilmans, ir., chef du laboratoire 'Hygrothermie', CSTC
T. De Mets, ir., chef de projet, laboratoire 'Hygrothermie', CSTC

Selon leur nature, les isolants réagissent très différemment à l'humidité ambiante. Par exemple, les matériaux dits hygroscopiques – majoritairement d'origine naturelle (fibres de bois, ouate de cellulose, laine de chanvre, paille, ...) – ont la capacité d'absorber la vapeur d'eau présente dans l'air et peuvent donc s'humidifier sans contact direct avec de l'eau. Or, si cette propriété peut avoir des effets positifs sur le confort, elle est susceptible de **réduire les performances thermiques** du matériau.

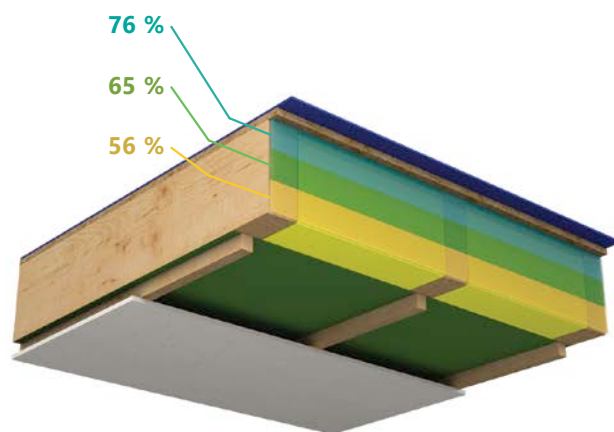
Pour tenir compte de cette réduction, certaines normes et réglementations proposent des méthodes de calcul ainsi que des valeurs tabulées pour les matériaux les plus courants (*). Ainsi, la **conductivité thermique** d'un isolant thermique doit être évaluée lorsque celui-ci est à l'équilibre avec une température ambiante de 23 °C et un taux d'humidité relative de l'air à 50 %. Bien que ces conditions soient représentatives des conditions moyennes rencontrées dans des locaux d'habitation normalement ventilés et chauffés, les recherches réalisées dans le cadre de l'étude prénormative Hygrimpact et du projet DO-IT HOUTBOUW ont révélé que ce n'était pas toujours le cas au sein de certaines parois. En effet, le taux d'humidité relative observé dans des parois dites à risque est souvent supérieur à 50 % en période de chauffe.

La figure 1 indique le taux d'humidité relative moyen évalué durant la saison de chauffe en trois différents points d'une toiture compacte standard. Cette toiture est constituée de l'extérieur vers l'intérieur :

- d'une étanchéité en EPDM
- d'un plancher de toiture réalisé à l'aide de panneaux de fibres de bois

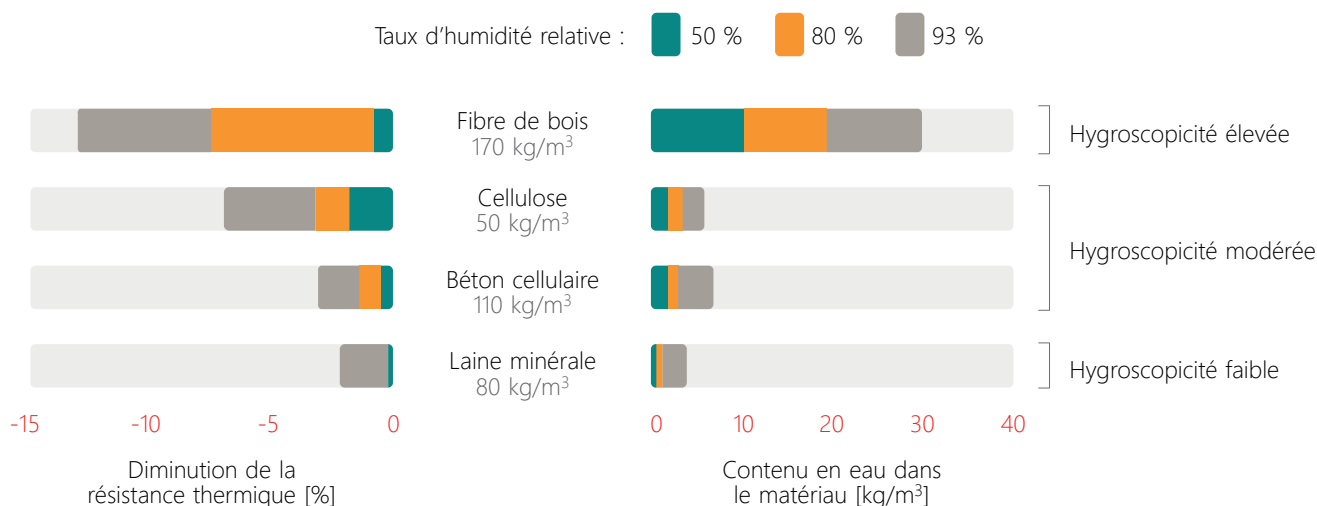
- d'une couche de cellulose de 230 mm d'épaisseur mise en œuvre dans la structure en bois
- d'un pare-vapeur hygrovariable
- d'une plaque de plâtre enrobée de carton.

La partie extérieure de la toiture est exposée au climat réel, tandis que l'ambiance intérieure répond à la classe de climat intérieur III. La toiture devrait présenter une bonne durabilité, puisque les recommandations tech-



1 | Taux d'humidité relative moyen évalué en différents points de l'isolant d'une toiture compacte standard durant la saison de chauffe (du 1^{er} septembre au 1^{er} mai).

(*) Voir notamment la norme NBN EN ISO 10456 et les réglementations de performance énergétique des bâtiments (PEB).



2 | Diminution de la résistance thermique et contenu en eau de différents isolants plus ou moins hygroscopiques lorsqu'ils sont soumis à différentes ambiances (température ambiante de 23 °C et taux d'humidité relative de 50, 80 et 93 %). (échelle et graphique modifiés le 1^{er} décembre 2020)

riques reprises dans [Les Dossiers du CSTC 2012/2.6](#) ont été respectées.

La figure 1 montre clairement qu'un **taux d'humidité relative de 50 % n'est pas représentatif**, puisque, durant la saison de chauffe, il atteint généralement 65 % au milieu de l'isolant et pratiquement 80 % sur la partie extérieure du matériau. Il est donc préférable d'utiliser cette dernière valeur comme taux de référence pour évaluer les performances thermiques. Des études similaires, effectuées sur d'autres parois dites à risque ont mené à la même conclusion.

Quel est néanmoins l'**impact réel de l'humidité ambiante** sur l'isolation ? Pour répondre à cette question, les comportements hygroscopique et thermique de quelques matériaux ont été évalués à l'aide de mesures effectuées sur des échantillons exposés à divers taux d'humidité relative. La figure 2 ci-dessus synthétise ces résultats.

Ainsi, lorsqu'on respecte les conditions standard belges, à savoir un taux d'humidité relative de l'air de 50 %, on observe que la résistance thermique de l'isolant diminue généralement de moins de 2 % s'il s'agit d'un matériau hygroscopique (fibre de bois, cellulose, béton cellulaire, ...). On constate également que cette diminution est négligeable pour les autres types de matériaux (laine minérale, par exemple).

Si le taux d'humidité relative de l'air ambiant est de 80 %, la résistance thermique de l'isolant le plus hygroscopique (fibre de bois) diminue pratiquement de 8 %. Cette diminution est moins élevée pour les autres matériaux.

Enfin, dans une ambiance très humide – quoique rarement rencontrée dans la pratique – avec un taux d'humidité relative de 93 %, l'impact sur les matériaux les plus hygroscopiques est élevé, mais il reste limité pour les

matériaux peu, voire pas hygroscopiques (béton cellulaire et laine minérale, par exemple).

Dans des conditions dites super-hygroscopiques, caractérisées par un taux d'humidité relative supérieur à 95 %, tous les matériaux commencent à se gorger d'eau de manière considérable et l'impact sur les performances thermiques devient significatif. Cette situation n'est cependant pas abordée dans cet article, car elle concerne uniquement des parois n'ayant pas été conçues et mises en œuvre correctement et présentant, par conséquent, des pathologies plus sévères.

Conclusion

Les résultats que nous avons obtenus révèlent que les conditions de référence en vigueur en Belgique ne sont pas représentatives de celles rencontrées dans l'ensemble des parois. **Pour des parois exposées à un risque plus élevé sur le plan hygrothermique, il serait plus approprié de considérer un taux d'humidité relative de référence de 80 %.** L'étude montre également qu'il faut tenir compte de l'impact non négligeable de l'humidité pour mieux évaluer les performances thermiques des parois, en particulier en présence d'un isolant hygroscopique. Lorsque la conception et la mise en œuvre ont été convenablement réalisées, la dégradation des performances reste toutefois inférieure à 10 % dans des conditions normales de fonctionnement, même en ce qui concerne les parois considérées comme plus à risque. ■

Cet article a été rédigé dans le cadre de l'Antenne Normes 'Energie et climat intérieur' subsidiée par le SPF Economie.



Des façades vertes pour réduire la gêne acoustique à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments

Les éléments de construction écologiques tels que toitures, parois ou écrans sont de plus en plus fréquents dans les stratégies de développement urbain durable. Ils contribuent entre autres à accroître la qualité de l'air, à limiter le réchauffement climatique, à créer des réserves d'eau supplémentaires et à développer la biodiversité de nos villes. Ils peuvent aussi être utilisés pour réduire la gêne acoustique à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments.

L. De Geetere, dr. ir., chef de la division 'Acoustique, façades et menuiserie', CSTC

Comment les façades vertes absorbent-elles le bruit ?

Il convient de distinguer deux types de végétation pour les façades et les écrans végétalisés (voir [Les Dossiers du CSTC 2016/2.6](#)) :

- **la végétation enracinée dans le sol**, où les plantes poussent en pleine terre au pied de la façade
- **la végétation ancrée dans la façade**, où les plantes prennent racine dans un substrat fixé à la façade ou à l'écran.

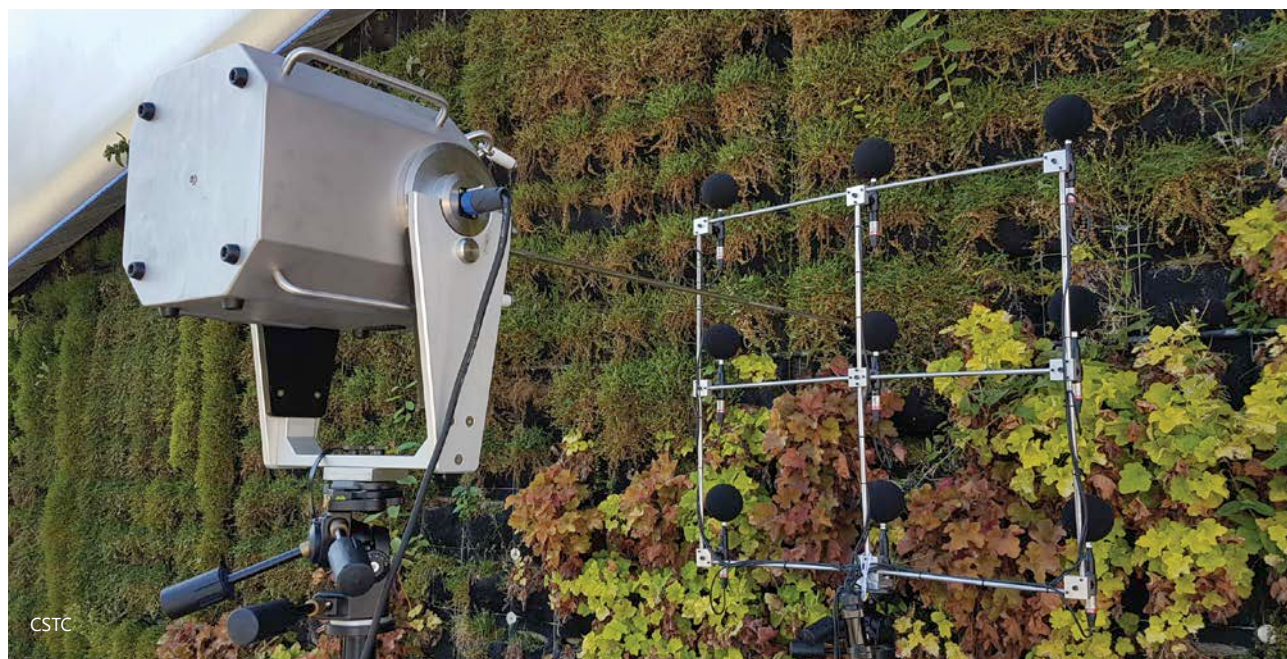
Etant donné que les substrats utilisés ont toujours une **structure poreuse** (terreau, sphaigne, laine minérale, granulés de lave ou matière textile, par exemple), ils atténuent de manière efficace les ondes sonores. Par ailleurs, il arrive

également que les plantes elles-mêmes soient poreuses – c'est le cas de certains types de mousses ou de certains réseaux de racines denses – ou que le système de fixation soit constitué d'un matériau poreux, tel que le géotextile. Plus les ondes sonores entrent en contact avec ces matériaux, plus elles sont absorbées. Notons qu'une couverture végétalisée ou un (géo)textile peut généralement être considéré comme acoustiquement transparent et n'entrave donc pas l'accessibilité des ondes au substrat.

Le pouvoir absorbant du substrat est principalement déterminé par :

- son **épaisseur**. Plus il est épais, plus le substrat absorbe les ondes sonores, et en particulier les sons de basse fréquence, tels que ceux du trafic urbain lent
- sa **porosité**. Il faut veiller à ce que le substrat soit le

1 | Détermination *in situ* de l'absorption acoustique d'une façade verte.



A



B



C



2 | Mise en œuvre de façades vertes dans une rue 'canyon' (A) ainsi sur des bâtiments donnant sur une cour intérieure (B) ou sur un espace ouvert urbain (C).

moins compact possible, de manière à ce qu'il conserve le maximum de sa porosité

- son **taux d'humidité**. Un substrat complètement gorgé d'eau absorbe beaucoup moins de sons qu'un substrat sec.

L'épaisseur et la densité de la couverture végétalisée, l'épaisseur et la taille des feuilles ainsi que le taux de recouvrement de la façade influencent très peu les performances acoustiques.

Façades vertes et écrans antibruit

Quelques essais effectués par le CSTC (voir figure 1) ont révélé que la réflexion des ondes acoustiques sur la végétation ancrée dans la façade ou les écrans antibruit pouvait entraîner une réduction sonore de **5 dB ou plus**. Les écrans antibruit répondent ainsi aux exigences minimales d'absorption *in situ* imposées au trafic routier en Belgique.

En ville, les systèmes ancrés dans les façades permettent également d'atténuer quelque peu le bruit extérieur (voir figure 2). Par rapport aux résultats obtenus avec des façades non végétalisées, la réduction peut avoisiner **2 à 3 dB** dans les rues 'canyons' (A), **4 dB** dans les cours intérieures (B) et **3 dB** dans les espaces ouverts urbains (C). Toutefois, en raison de limitations pratiques liées à l'épaisseur du substrat, cette réduction est maximale dans les fréquences élevées. C'est la raison pour laquelle elle est à peine perceptible en cas de trafic urbain lent.

La végétation enracinée dans le sol (lierre, par exemple) et poussant le long de matériaux durs (brique ou béton) présente, quant à elle, un pouvoir d'absorption acoustique restreint.

Des parois vertes à l'intérieur des bâtiments

Les parois végétalisées sont de plus en plus présentes à l'intérieur des bâtiments également, en particulier dans les locaux de grandes dimensions où l'on souhaite limiter le

temps de réverbération et réduire les nuisances sonores, comme les atriums et les bureaux paysagers (voir figure 3).

Cette fois encore, des mesures effectuées par le CSTC ont révélé que ces parois pouvaient s'avérer très efficaces, et ce du fait de leurs substrats poreux. Ainsi, en absorbant environ 70 % de l'énergie sonore, elles peuvent rendre le local moins bruyant. Par conséquent, sur le plan de la capacité d'absorption, ces parois sont très comparables aux plafonds constitués de plaques de plâtre perforées et de laine minérale.

Il est possible d'encore réduire le bruit en plaçant les parois vertes au centre du local, car les ondes sonores seront alors absorbées à la fois à l'avant et à l'arrière de la paroi. ◆

Cet article a été rédigé dans le cadre du projet VIS 'Groen Bouwen' subsidié par VLAIO, et de la Guidance technologique 'Construction Technology Sustainable Building Innovation' (C-Tech) subsidiée par Innoviris.

3 | Détermination *in situ* de l'absorption acoustique d'une paroi verte dans un bureau.





Déterminer la résistance au feu des maçonneries à l'aide de valeurs tabulées

Dans la pratique, les maçonneries sont souvent considérées comme résistantes au feu. Mais à quelle classe de résistance au feu appartiennent-elles exactement ? Certains fabricants reprennent cette classe dans leurs fiches techniques. Il est également possible de la déterminer en recourant aux valeurs tabulées fournies par la norme NBN EN 1996-1-2 (Eurocode 6) et son annexe nationale récemment révisée.

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

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

La résistance au feu des maçonneries peut être déterminée sur la base :

- de la méthode de calcul simplifiée ou avancée issue de la norme NBN EN 1996-1-2 (Eurocode 6)
- d'un essai conforme aux normes européennes en vigueur
- des valeurs tabulées de l'annexe B de la norme NBN EN 1996-1-2 et de son annexe nationale (*).

Valeurs tabulées

Les tableaux figurant dans la norme NBN EN 1996-1-2 et son annexe nationale sont basés sur des données empiriques ou des résultats d'essais. Ils indiquent l'épaisseur nominale minimale requise pour qu'une maçonnerie atteigne une résistance au feu spécifique. Cette épaisseur minimale dépend :

- du type de mur (porteur et/ou séparateur)
- du type d'éléments de maçonnerie
- du groupe d'éléments de maçonnerie (sens et pourcentage des perforations)
- de la masse volumique de ces éléments
- du type de mortier
- du fait que le mur soit enduit ou non
- du niveau de sollicitation (dans le cas des murs porteurs).

Le tableau à la page suivante mentionne les épaisseurs minimales auxquelles doivent répondre les maçonneries non

porteuses pour atteindre une résistance au feu spécifique, et ce pour les éléments de maçonnerie des groupes 1 et 2 (voir définitions à l'annexe B de la [NIT 271](#)).

Conditions d'utilisation

Les valeurs indiquées dans le tableau ne peuvent être utilisées que si le mur concerné – selon son type et sa fonction – est conforme aux normes NBN EN 1996-1-1, NBN EN 1996-2 et NBN EN 1996-3.

Les maçonneries peuvent être réalisées à l'aide d'un mortier pour applications générales (type G) ou d'un mortier pour joints minces (type T).

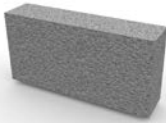
Les valeurs indiquées dans le tableau pour un parachèvement 'jointoyé, non enduit' de la maçonnerie sont d'application lorsque le joint vertical est complètement rempli. Selon la norme NBN EN 845-3, une armature horizontale peut éventuellement être ajoutée. Ces mêmes valeurs peuvent également être utilisées en présence :

- de joints verticaux minces non jointoyés d'une épaisseur allant jusqu'à 2 mm de large
- de joints verticaux non jointoyés d'une largeur comprise entre 2 et 5 mm si un enduit d'une épaisseur minimale de 1 mm est appliqué sur au moins un des côtés du mur
- de joints verticaux non jointoyés d'une largeur infé-

(*) L'arrêté ministériel du 17 mai 2013 permet d'utiliser l'annexe B de la norme NBN EN 1996-1-2 pour déterminer la résistance au feu des maçonneries.



Épaisseur minimale requise pour que des maçonneries non porteuses atteignent une résistance au feu spécifique.

Élément de maçonnerie		Groupe	Parachèvement de la maçonnerie	Épaisseur minimale de la maçonnerie [mm] ⁽¹⁾			
				Résistance au feu			
				EI 30	EI 60	EI 120	EI 240
Brique	Brique de parement 	1	Jointoyé, non enduit	60 à 100 ⁽³⁾	100	130	190
	Bloc-treillis 	2	Jointoyé, non enduit	60 à 100 ⁽³⁾	100	130	190
		2	Enduit des deux côtés ⁽²⁾	50 à 70 ⁽³⁾	90	130	170
Bloc silicocalcaire 		1	Jointoyé, non enduit	70	90	120	140
		1	Enduit des deux côtés ⁽²⁾	50	70	120	140
Bloc de béton 		1	Jointoyé, non enduit	50	90	130	170
		1	Enduit des deux côtés ⁽²⁾	50	70	120	170
		2	Jointoyé, non enduit	50	90	150	210
		2	Enduit des deux côtés ⁽²⁾	50	70	140	200
Bloc de béton cellulaire 		1	Jointoyé, non enduit	50	70	90	190
		1	Enduit des deux côtés ⁽²⁾	50	70	90	190

⁽¹⁾ Ces épaisseurs ne s'appliquent qu'aux murs dont l'élancement (rapport hauteur/épaisseur) n'est pas supérieur à 40. Pour un mur de 9 cm d'épaisseur, par exemple, la hauteur doit être inférieure ou égale à 360 cm.

⁽²⁾ L'enduit – plâtre ou enduit de type LW (mortier allégé) ou T (mortier d'isolation thermique), par exemple – doit avoir une épaisseur minimale de 10 mm.

⁽³⁾ A défaut de données complémentaires, il est recommandé d'utiliser la valeur sécuritaire (c.-à-d. l'épaisseur supérieure).

rieure à 5 mm dans le cas d'une maçonnerie de briques rainurées-languettes.

Si l'on utilise les valeurs pour les murs enduits, l'enduit doit avoir une épaisseur d'au moins 10 mm et être appliqué des deux côtés du mur. Ces valeurs ne sont pas applicables aux enduits à base de ciment.

Enfin, il faut savoir que la résistance au feu d'une maçonnerie est susceptible d'être affectée par les inévitables percements

dus aux conduites et aux conduits d'air, par exemple, et par d'autres affaiblissements, tels que les prises de courant. Dans ces cas-là, il convient de prévoir une obturation spécifique résistante au feu. Pour de plus amples informations à ce sujet, nous renvoyons à la [NIT 254](#). 

Cet article a été rédigé dans le cadre de l'Antenne Normes 'Prévention au feu'.





Pourquoi faut-il aujourd'hui que les bâtiments soient intelligents ?

Le secteur de la construction connaît actuellement une véritable révolution numérique. Les nouvelles technologies peuvent en effet se révéler utiles pendant les phases de conception et de construction d'un bâtiment, mais également durant sa phase d'utilisation. Elles offrent des avantages aussi bien aux utilisateurs et aux gestionnaires du bâtiment qu'aux professionnels de la construction. Néanmoins, ces derniers ne voient pas toujours très bien les possibilités que peut représenter cette numérisation.

R. Delvaeye, ing., chef de projet, laboratoire 'Solutions durables et circulaires', CSTC

Pourquoi des bâtiments intelligents ?

Bien que les technologies ne soient pas nécessaires pour rendre un bâtiment plus 'intelligent', elles comptent néanmoins parmi les 'ingrédients de base' pour qu'il le devienne. En effet, l'utilisation de technologies rassemblant et traitant des données permet de mieux se rendre compte de ce qui se passe à l'intérieur et aux abords du bâtiment, et de proposer des modifications basées sur ces observations. Il est ainsi possible d'adapter le bâtiment de manière plus adéquate aux besoins et aux souhaits des utilisateurs. Ces technologies permettent notamment :

- de réduire la consommation énergétique
- d'améliorer le confort et le climat intérieur

- d'optimiser l'expérience d'utilisation
- d'améliorer la qualité de la gestion et de l'entretien
- de réduire l'impact environnemental.

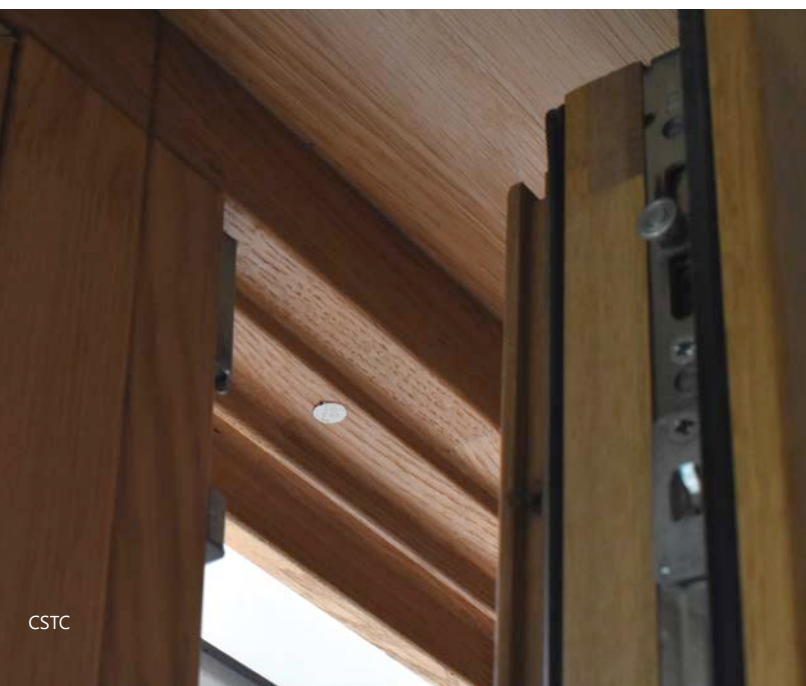
Vers une gestion plus intelligente de l'énergie

Bien que l'on veuille de plus en plus à améliorer les performances énergétiques des bâtiments, la consommation observée durant la phase d'utilisation est souvent bien plus élevée que celle prévue lors de la phase de conception. Ceci est principalement dû au fait que les systèmes de régulation sont réglés de façon non optimale, voire incorrecte. Ce décalage appelé *performance gap* peut être corrigé en surveillant de plus près les installations et en y apportant les modifications nécessaires.

Par exemple, des capteurs ont été intégrés dans les châssis de l'hôpital AZ Zeno à Knokke, afin de constater leur statut (voir figure 1). En combinant ces données avec celles du système de climatisation, on évite de chauffer ou de refroidir les locaux lorsque les fenêtres sont ouvertes. Mesurer le taux d'occupation (voire compter le nombre de personnes présentes) permet aussi de contrôler avec plus d'efficacité certaines installations (système de chauffage ou de refroidissement, éclairage, ...).

Les **algorithmes autoapprenants**, qui examinent le comportement du bâtiment face à des situations variables, vont plus loin encore. En se basant sur des données enregistrées et des prévisions, ils permettent d'estimer la température extérieure, le taux d'ensoleillement, l'occupation du bâtiment, ... Certains paramètres peuvent ainsi être ajustés automatiquement et continuellement, afin de conjuguer parfaitement confort et économie d'énergie (éviter les pics de chauffage ou de refroidissement, améliorer l'efficacité du système en général, ...).

1 | Un capteur est intégré dans chaque châssis, afin de déterminer la position des fenêtres et de partager les informations avec les installations de chauffage et de refroidissement.



Mieux vaut prévenir que guérir

Si l'on souhaite créer un environnement confortable pour les utilisateurs pendant toute la durée de vie du bâtiment, ce dernier de même que ses installations doivent être **correctement entretenus**. Il convient dès lors d'adopter une stratégie d'entretien adéquate (voir [Les Dossiers du CSTC 2019/3.5](#)). La maintenance prédictive, qui consiste à surveiller de près un certain nombre de paramètres, peut aussi aider à optimiser cet entretien. Par exemple, les variations de pression auxquelles sont soumis les filtres à air de l'hôpital AZ Zeno de Knokke sont enregistrées, afin de déterminer à quels moments ils nécessitent un entretien.

Autre exemple : un système de monitoring de la corrosion a été intégré à l'installation de chauffage du centre 'Kapucijnenhof' à Louvain. Sur la base des données relevées par les capteurs, le système évalue en permanence le niveau de corrosion et envoie un signal lorsqu'un certain seuil est dépassé. Il est dès lors possible de repérer et de résoudre les problèmes avant qu'ils ne deviennent visibles et n'entraînent des conséquences plus néfastes et des coûts de réparation élevés. Ce type de système présente des avantages pour l'installateur également. En proposant au client une prise en charge complète de l'installation, il a la possibilité de vérifier à distance le bon fonctionnement du système et d'intervenir à temps s'il le faut. Dès lors, la satisfaction du client augmente et l'installateur n'est plus contacté intempestivement pour effectuer des réparations urgentes, ce qui lui donne l'opportunité de se concentrer sur ses activités principales (nouvelles installations et entretien planifié des installations existantes, par exemple).

Systèmes connectés

En connectant les systèmes installés dans les bâtiments intelligents, il est possible de les gérer, voire d'y **apporter des corrections à distance et à tout moment**, ce qui permet de travailler plus efficacement et de réduire les coûts. Dans le cadre du projet 'Renmans', les entreprises de services concernées ont la possibilité, par exemple, de localiser à distance les problèmes éventuels et d'intervenir si nécessaire (éteindre l'éclairage, désactiver le refroidissement ou activer le dégivrage).



2 | Monitoring de la corrosion dans un système de chauffage.

Les systèmes connectés peuvent aussi s'avérer utiles pour évaluer l'**urgence** des problèmes et effectuer certains **préparatifs à distance**. Le projet 'Renmans' permet ainsi de dégivrer à distance les cellules de refroidissement. A leur arrivée dans le magasin, les techniciens ne doivent donc plus attendre avant d'intervenir. Les systèmes de chauffage sont, eux aussi, activables et désactivables à distance.

Rôle de l'entrepreneur

L'évolution dans le domaine des bâtiments intelligents concerne autant les grandes entreprises de construction que les artisans. Si ces derniers souhaitent assurer l'avenir de leurs entreprises, ils doivent examiner l'impact de cette évolution sur leurs activités et prendre les mesures nécessaires (réorientation, partenariats avec d'autres professionnels, ...). L'avenir des professionnels repose manifestement sur la mise en place d'un **service continu et proactif**. Il faut pour cela considérer, dès la phase de conception, les technologies à intégrer aux bâtiments, les services à proposer durant la phase d'utilisation ainsi que la manière dont ces technologies influenceront le processus de construction et la collaboration avec les autres professionnels. ◆

Smart buildings : études de cas

Afin d'informer les professionnels de la construction au sujet des possibilités offertes par les bâtiments intelligents, et de la manière de les exploiter, le CSTC rassemble actuellement des **exemples de bonnes pratiques** (voir <https://www.smartbuildingsinuse.be/case-study>). Ces études de cas, qui traitent plus en détail des solutions technologiques utilisées et de la façon dont elles peuvent créer de la valeur ajoutée, sont réalisées dans le cadre de projets tels que le cluster 'Smart Buildings in Use'. Bien

que le site Internet précité soit en néerlandais, les articles consacrés aux études de cas sont disponibles en français également.



Digitalconstruction.be : votre référence en matière de numérisation

La transformation numérique offre de nombreuses possibilités au secteur de la construction : le BIM, la numérisation 3D, les drones, la robotisation, la réalité augmentée, ... Mais quelles technologies peuvent apporter une valeur ajoutée à votre entreprise ? Quels outils vous aideront à être plus efficace ? Le site Internet digitalconstruction.be du CSTC guide les professionnels de la construction dans la vaste étendue des nouvelles technologies numériques.

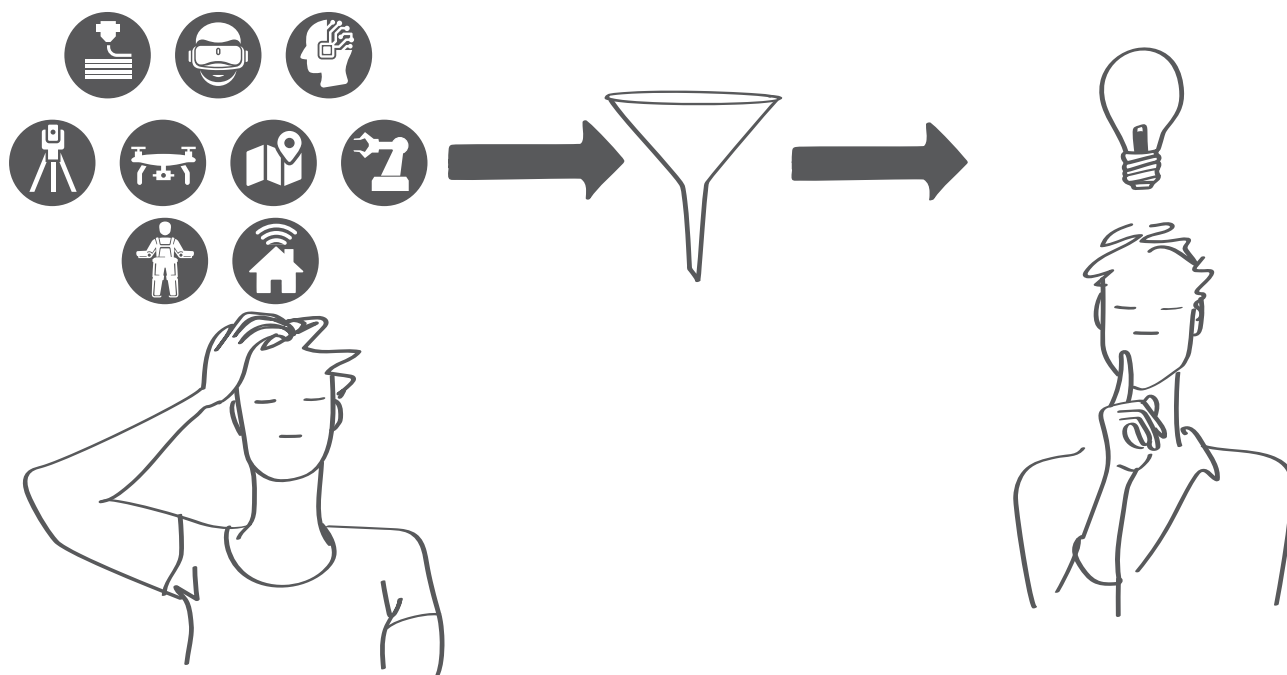
C. Euben, ir.-arch., conseillère principale, division 'Construction digitale', CSTC

Améliorer l'efficacité et la qualité

L'évolution numérique crée un contexte en constante évolution qui nous offre sans cesse de nouvelles possibilités. Grâce au BIM, la construction virtuelle gagne de plus en plus de terrain dans le secteur de la construction, les drones seront bientôt de plus en plus visibles sur les chantiers, les exosquelettes allégeront le travail physique,

le scan 3D accélérera et améliorera la prise de mesures, la réalité augmentée permettra de projeter des éléments ou des informations virtuels dans le monde réel à l'aide d'un smartphone et l'Internet des objets sera omniprésent sur les chantiers.

Néanmoins, si ces technologies sont susceptibles d'intéresser certains professionnels de la construction, il se peut qu'elles



La recherche par filtres sur digitalconstruction.be vous permettra de trouver la technologie appropriée pour votre entreprise.



ne présentent aucun intérêt pour d'autres. Ainsi, en fonction du corps de métier et des besoins et exigences spécifiques d'une entreprise, certaines technologies offriront une plus grande valeur ajoutée que d'autres. La numérisation n'est donc pas un objectif en soi, mais elle fournit les outils nécessaires pour améliorer l'efficacité et la qualité. Chaque professionnel doit dès lors **effectuer des choix judicieux dans le large éventail de technologies proposées**. Le site Internet digitalconstruction.be leur vient à l'aide en leur proposant une liste ainsi qu'une description des diverses applications de ces technologies.

Quelle technologie pour votre entreprise ?

Pour vous aider dans vos choix, digitalconstruction.be donne la possibilité de filtrer les technologies par thème, par phase de projet et/ou par métier. Par ailleurs, en plus de décrire chacune d'elles, le site fournit des informations pratiques permettant de répondre aux questions suivantes :

- cette technologie nécessite-t-elle d'importantes connaissances de base ?
- demande-t-elle un investissement financier considérable ?
- est-elle déjà mature et applicable aujourd'hui, ou faudra-t-il attendre demain ?
- est-elle déjà connue des autres professionnels de la construction ?

Si certaines technologies vous intéressent, le CSTC peut vous les présenter dans l'un de ses **hubs** de **démonstration**.

Testez vous-même des technologies

Afin de tester directement les différentes technologies et leurs applications, trois **hubs** de démonstration vont voir le jour :

- **un hub mobile** rempli d'outils susceptibles de vous intéresser et dont les fonctionnalités pourront être présentées sur place
- **deux hubs fixes** où des démonstrations seront réalisées et où vous aurez l'occasion de suivre des formations et de créer des contacts avec des fournisseurs de technologies, des éditeurs de logiciels et des bureaux d'études. De nouvelles idées pourront ainsi émerger et – en fonction des besoins spécifiques des professionnels de la construction – de nouvelles applications pourront être développées.

Vous trouverez d'ores et déjà plus d'informations sur le **hub** mobile sur digitalconstruction.be et aurez bientôt l'occasion de visiter les deux **hubs** fixes, actuellement en construction.

De nouvelles technologies, pour vous aussi !

Ne vous laissez donc pas décourager par les nombreuses nouvelles technologies qui se présentent à vous, mais **laissez-vous guider par digitalconstruction.be**. Découvrez à l'aide des diverses options de recherche les technologies pouvant vous intéresser, réservez une démonstration dans l'un de nos **hubs** si vous le souhaitez, afin d'effectuer des choix réfléchis et adaptés à votre entreprise et travailler avec encore plus d'efficacité. 

***Digitalconstruction.be** guide les professionnels de la construction dans la vaste étendue des technologies numériques.*



Lean Construction : l'amélioration continue

Dans [CSTC-Contact 2019/3](#), nous vous présentions les principes du *Lean Construction*. Les deux premiers principes – l'identification de la valeur ajoutée pour le client et l'élimination des gaspillages – ont été développés dans [CSTC-Contact 2019/5](#). Les deux principes suivants – la garantie d'un processus fluide et continu, et la réalisation du travail selon les souhaits du client – ont été traités dans [CSTC-Contact 2020/3](#). Le présent article est consacré au dernier principe du *lean* : la recherche de l'amélioration continue.

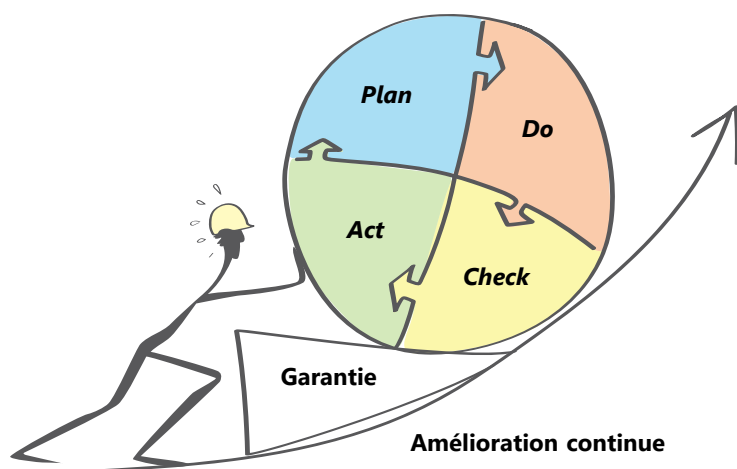
T. Vissers, ing., chef adjoint de la division 'Gestion et qualité', CSTC

De nombreux petits pas plutôt que quelques grandes enjambées

Le plus gros défi du *Lean Construction* consiste à **intégrer une philosophie d'amélioration continue dans le fonctionnement quotidien de l'entreprise**. L'exemple par excellence est celui de Toyota. Ce constructeur automobile a réussi à s'améliorer 154 fois plus vite que ses concurrents. Il n'a pas tant connu de grandes révolutions, mais plutôt de nombreuses petites améliorations. Ce moteur d'amélioration

permanente offre un avantage concurrentiel incontestable qu'il ne suffit pas à la concurrence de copier. Ce sont en effet **les individus qui constituent le moteur de cette culture de l'amélioration**.

Cette courbe d'apprentissage doit être abordée étape par étape. Tout d'abord, il convient de rechercher les gains rapides, ou **quick wins**, au sein de l'environnement de travail de chaque employé. Il s'agit de possibilités d'amélioration ayant un impact majeur sur le fonctionnement de l'entreprise, tout en nécessitant relativement peu d'efforts. Il est possible ensuite de chercher des améliorations dans les différents départements et services. Enfin, il y a lieu d'impliquer toute la chaîne de production (concepteurs, fournisseurs et sous-traitants, par exemple) dans le processus d'amélioration.



1 | Résolution des problèmes grâce à la méthode PDCA.

Conditions pour une amélioration continue

Comment faire de l'amélioration continue une habitude ? Le personnel des entreprises *lean* étant formé à **reconnaître les gaspillages** et à **trouver des solutions structurelles**, ces entreprises parviennent à devenir des organisations apprenantes. Si l'on considère les problèmes comme des occasions de s'améliorer, il est en effet possible d'apprendre en permanence.

En règle générale, ces améliorations garantissent :

- davantage de sérénité au sein de l'entreprise
- une meilleure prévisibilité des tâches à effectuer
- une réduction des coûts liés aux erreurs
- plus de temps à consacrer aux choses qui comptent vraiment.



Il est important de veiller à ce que l'amélioration se déroule toujours dans le respect des collaborateurs. Ainsi, il faut donner au personnel le temps de s'améliorer, afin de minimiser le risque de surmenage et les situations stressantes (*muri*, voir [Les Dossiers du CSTC 2019/5.7](#)).

Pérenniser les améliorations à l'aide de standards

Dans les entreprises *lean*, l'amélioration fait partie du quotidien de chacun. Cette manière de travailler n'est pas ressentie comme une obligation, mais constitue une **seconde nature**. La moindre amélioration doit amener l'entreprise vers plus d'efficacité.

Toutefois, cette amélioration portera ses fruits uniquement si chaque collaborateur :

- a connaissance de cette amélioration
- la met en pratique
- peut l'aborder avec un esprit critique.

Sur cette base, le *lean* nous enseigne que la mise en pratique d'une amélioration dans l'entreprise sera facilitée par la **standardisation des méthodes de travail**. Dans le cas contraire, une bonne idée risque de ne pas être retenue, rendant la capacité d'apprentissage inutilisée. Les problèmes sont effectivement souvent dus à l'absence, à la méconnaissance ou à la mauvaise application d'un standard. Parmi ces standards, on retrouve notamment ceux liés :

- à la gestion des informations (dénomination des formulaires à remplir pour les clients, par exemple)
- aux outils et aux environnements de travail (tableaux de rangement et aménagement des camionnettes et des ateliers)
- aux processus (facturation et transfert entre l'offre et l'exécution, par exemple)
- aux produits et aux services.

La méthode PDCA

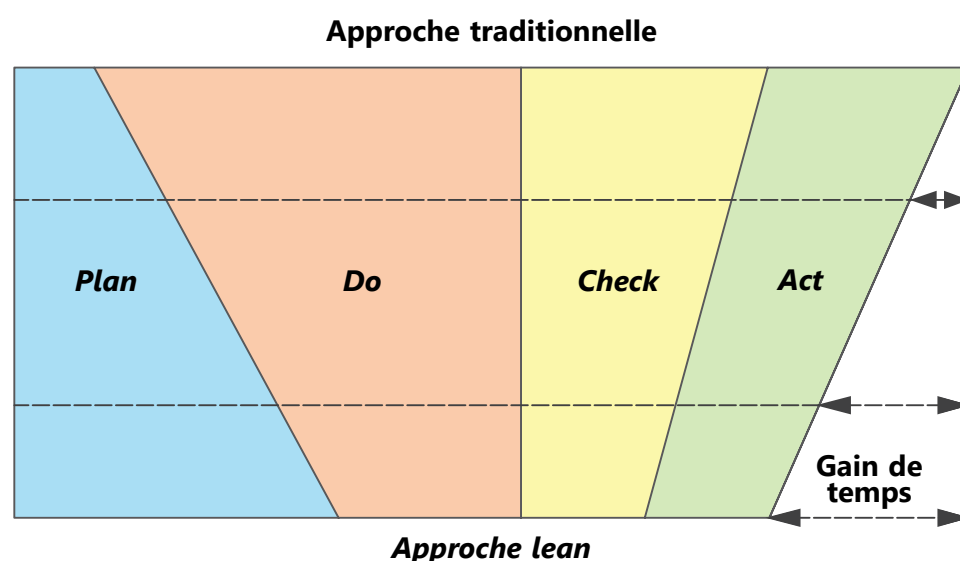
Il existe depuis longtemps une méthode scientifique permettant de s'attaquer aux problèmes : la méthode PDCA, développée par W. Edward Demings, pionnier de la qualité (voir figure 1 à la page précédente). Cet acronyme est constitué des initiales des termes suivants :

- **Plan** (planifier) : définir le problème, rassembler et analyser les faits et proposer une solution
- **Do** (faire) : tester la solution proposée
- **Check** (vérifier) : évaluer cette solution
- **Act** (agir) : rejeter, ajuster ou accepter la solution et garantir son application au sein de l'entreprise.

Traditionnellement, on constate que, lors de la mise en pratique de cet outil de résolution des problèmes, les entreprises consacrent trop peu de temps à la phase *Plan*. Il est dès lors souvent nécessaire d'éteindre les incendies dans la phase *Do*, ce qui entraîne une augmentation du nombre de contrôles (*Check*) et d'ajustements (*Act*). En revanche, si l'on passe plus de temps sur la phase *Plan*, on observe une réduction du temps total dédié à la mise en œuvre de l'amélioration (voir figure 2).

Rôle des dirigeants et des collaborateurs

Alors que les dirigeants déterminent l'orientation des améliorations à long terme (zéro défaut ou fiabilité de livraison à 100 %), ce sont les collaborateurs qui préparent le terrain en détectant les gaspillages et les dysfonctionnement, et en élaborant des améliorations. Dans ce contexte, les responsables doivent assumer un rôle de coach dans le but non pas de trouver eux-mêmes des solutions, mais de permettre aux collaborateurs d'apporter des améliorations. En effet, ce sont ces derniers qui sont chaque jour sur le terrain, là où la véritable valeur ajoutée est créée pour le client. ◆



2 | Comparaison entre l'approche traditionnelle et l'approche *lean* d'un processus d'amélioration selon la méthode PDCA.

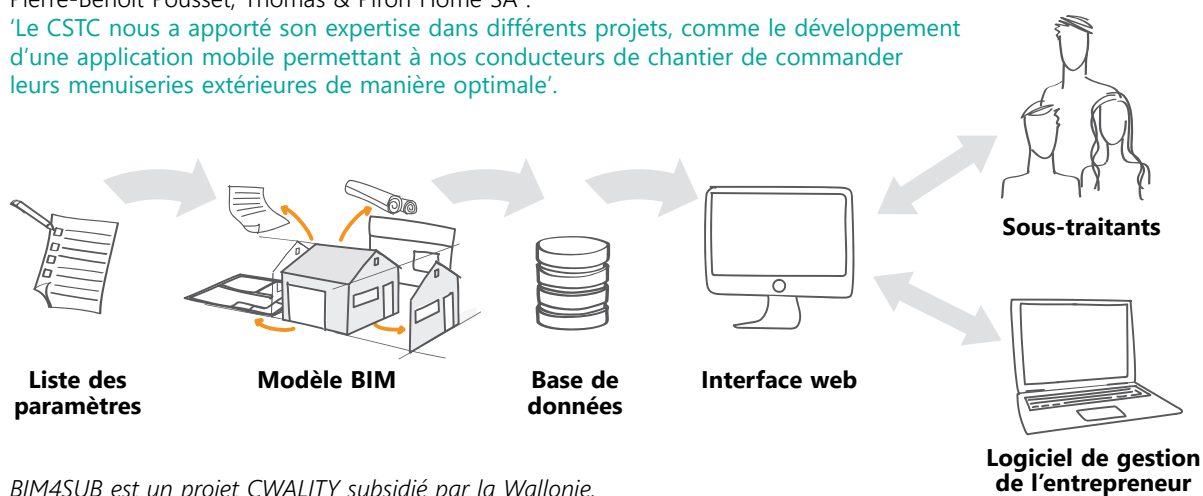
Pleins feux

Le projet BIM4SUB : un exemple d'innovation pour répondre aux besoins d'une entreprise

Le projet BIM4SUB vise à améliorer la coopération entre l'entrepreneur et ses sous-traitants en favorisant les échanges automatisés et numérisés des informations. Moins de saisies de données, c'est non seulement moins de pertes de temps, mais surtout moins de risques d'erreurs.

Pierre-Benoît Pousset, Thomas & Piron Home SA :

'Le CSTC nous a apporté son expertise dans différents projets, comme le développement d'une application mobile permettant à nos conducteurs de chantier de commander leurs menuiseries extérieures de manière optimale'.



BIM4SUB est un projet CWALITY subsidié par la Wallonie.

Les études collectives pour encourager l'emploi de granulats recyclés dans le béton

Un moyen de réduire l'impact environnemental du béton est de remplacer une partie des graviers par des granulats recyclés. Cela doit néanmoins se faire de façon réfléchie, afin de pouvoir garantir une qualité de

béton satisfaisante. C'est précisément l'objectif du projet RECYBETON, mené en collaboration avec le CRIC-OCCN et le CRR, qui a élargi le champ d'application des granulats recyclés dans la norme belge NBN B 15-001 dédiée au béton.



Kurt Jacobs, Jacobs SA :

'Le champ d'application élargi des granulats recyclés dans le béton permet aux PME telles que la nôtre d'envisager de nouveaux développements et donc de nouveaux marchés. Grâce à la nouvelle norme, nous pourrons bientôt utiliser plus librement les granulats recyclés'.

RECYBETON est une étude prénormative subsidiée par le SPF Economie via le Bureau de normalisation (NBN).

Publications du CSTC



Les Dossiers du CSTC

2020/5.4 Déterminer la résistance au feu des maçonneries à l'aide de valeurs tabulées

Infofiches

- N° 79** Détérioration de la traverse d'appui d'un couissant en mэранти
- N° 82** Apparition de taches claires sur une dalle en béton polie
- N° 84** Tachage de plinthes en pierre naturelle fixées en pied de façade par plots de mortier-colle
- N° 89** Délamination d'un sol en béton taloché ou poli
- N° 90** Décollement d'un revêtement de piscine sur étanchéité polyester
- N° 91** Détérioration des performances acoustiques d'une façade rénovée

Monographies

N° 35 Le *Lean Construction*. Quels changements dans l'organisation des entreprises ?



Cette publication a pour objectif de fournir à chacun un aperçu des principes du *Lean Construction*. Ce document passe d'abord en revue les enjeux liés au *Lean Construction* et résume son historique. Nous abordons ensuite plus en détail les principes qui sous-tendent la philosophie *lean* ainsi que les outils les plus répandus dans le secteur à ce jour pour la mise en pratique de cette approche au quotidien. Nous terminons enfin en proposant quelques lignes directrices, en vue d'orienter les actions des entreprises souhaitant se lancer dans une transition vers le *lean*.

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

Editeur responsable : Olivier Vandooren,
CSTC, rue du Lombard 42, B-1000 Bruxelles

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

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

www.cstc.be

Révision linguistique J. D'Heygere et A. Volant
Traduction : J. D'Heygere
Mise en page : J. Beaudercq et J. D'Heygere
Illustrations : G. Depret, R. Hermans et D. Rousseau
Photographies CSTC : M. Sohie et al.

Publications

Les publications du CSTC sont disponibles :

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

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

Formations

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



Recherche • Développe • Informe

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

Recherche et innovation

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

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

Développement, normalisation, certification et agréation

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

Diffusion du savoir et soutien aux entreprises

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

La formation et l'assistance technique personnalisée contribuent au devoir d'information. Aux côtés de quelque 750 sessions de cours et conférences thématiques impliquant les ingénieurs du CSTC, plus de 18.000 avis sont émis chaque année par la division Avis techniques.

Siège social

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

Bureaux

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

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

Station expérimentale

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

- recherche et innovation
- formation
- bibliothèque

Brussels Greenbizz

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