

CSTC | Contact

UNE ÉDITION DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION

2021/3

Solutions pour
éviter la surchauffe

p8-9

Les viewers BIM

p12-13

Logistique des
chantiers en ville

p24-26

Shutterstock

Sommaire

2021/3

	Les opportunités de la transition verte	3
	Estimer la résistance à la compression d'un béton en cas de rénovation	4
	Performances acoustiques des revêtements de sol	6
	Des solutions pour éviter la surchauffe	8
	La sécurité incendie : un frein au développement des façades végétalisées ?	10
	Impact environnemental des solutions circulaires	12
	Les <i>viewers</i> BIM pour un accès facile aux informations relatives à l'ouvrage	14
	La logistique et la chaîne d'approvisionnement des chantiers	16
	Pleins feux	18



Les opportunités de la transition verte

L'édito de votre magazine du mois d'avril 2021 était consacré au plan Ambitions 2025. Le **Green Deal** est l'un des trois axes sur lesquels le CSTC a décidé de se concentrer pour préparer les entreprises à la construction de demain.

Nécessité pour nous tous, la transition vers une économie verte et durable est aussi porteuse d'emplois et d'opportunités pour le secteur de la construction. Nous avons mis en avant **huit défis clés**, comme la poursuite de la promotion du réemploi et du recyclage, la rénovation énergétique ou une gestion de l'eau durable et circulaire lors de la construction et de l'exploitation des bâtiments. Vous retrouverez les détails de tous ces défis sur notre site www.ambitions2025.cstc.be.

La construction et la démolition génèrent le plus gros flux de déchets en Europe. Même s'ils sont très souvent recyclés, ceux-ci sont peu valorisés. Or, les bâtiments à démolir constituent une source inépuisable de matières premières pour la construction neuve : isolants, briques, équipements techniques, carrelages, ... sont effectivement réutilisables. L'article consacré au **remploi des matériaux** en page 12 démontre que cette solution est toujours préférable, d'un point de vue environnemental, aux méthodes actuelles. Pour l'ancrer dans la pratique, il est nécessaire de disposer d'instruments permettant d'identifier

les matériaux recyclables ou, mieux, réutilisables. Leurs performances techniques doivent pouvoir être démontrées, afin que l'entrepreneur puisse les proposer en toute confiance. Il faudra également adapter la manière dont les **flux de déchets** sont gérés sur les chantiers. L'article qui y est consacré en page 16 laisse entrevoir de nouvelles solutions.

Dans les années et décennies à venir, l'Europe, la Belgique et les Régions vont investir massivement dans la rénovation énergétique. Mais pour faire face à l'évolution climatique et éviter que les gains énergétiques en hiver ne soient gaspillés par la nécessité de refroidir les bâtiments en période estivale, il faudra aussi **limiter le risque de surchauffe**. L'article publié en page 8 démontre une fois de plus que la protection des surfaces vitrées constitue l'option à privilégier.

Comme pour l'énergie et le recyclage, la **gestion durable de l'eau** repose sur trois principes : l'utilisation rationnelle des ressources réduisant au maximum la consommation d'eau potable, le réemploi d'eau de moindre qualité et la réalimentation des nappes phréatiques.

Les défis sont considérables pour les entrepreneurs de toute taille, mais nous continuerons à les aider à acquérir les compétences nécessaires pour les relever avec succès.



Estimer la résistance à la compression d'un béton en cas de rénovation

La norme NBN EN 13791 fournit des méthodes visant à déterminer la résistance en compression du béton dans les ouvrages sur site. Pour évaluer la résistance d'un béton dans un ouvrage ancien, la norme prévoit la réalisation d'essais sur carottes ainsi que la possibilité de combiner des essais en compression avec des essais au scléromètre, mais cette solution connaît de nombreuses limites dans la pratique.

*V. Dieryck, ir., chef adjoint de la division 'Géotechnique, structures et béton', CSTC
V. Pollet, ir., coordinatrice 'Recherche et développement', CSTC*

Depuis sa révision en profondeur en 2019, la norme européenne NBN EN 13791 fournit des procédures de mesure ainsi que des critères permettant d'évaluer la résistance à la compression du béton sur site. Elle couvre deux applications, à savoir :

- l'**évaluation de la classe de résistance à la compression d'un béton livré et mis en œuvre** en cas de doute par rapport à celle du béton commandé. Cette procédure a été abordée dans [Les Dossiers du CSTC 2020/2.1](#)
- l'**estimation de la résistance d'éléments en béton**

ancien, objet de cet article. Cette procédure est utilisée dans le cadre de la réaffectation ou de la rénovation d'une structure en béton, lorsque l'on ne connaît pas la classe de résistance du béton et que l'on essaye de l'estimer uniquement sur la base de résultats d'essais.

Ces deux applications ayant un certain nombre de points en commun, nous renvoyons aux [Dossiers du CSTC 2020/2.1](#) pour plus de détails concernant les dimensions des carottes, les méthodes d'essai ou certaines définitions.





Estimation de la résistance à la compression de bétons anciens

Après avoir sélectionné les zones d'essai et recueilli les données, il faut s'assurer :

- que la zone d'essai ne représente qu'une seule classe de résistance
- qu'il n'y ait pas de valeurs aberrantes, c'est-à-dire de valeurs qui s'écartent trop des autres.

Essais sur carottes

L'estimation de la résistance sur site à l'aide d'essais sur carottes est la **méthode de référence**. Elle doit être fondée sur au moins huit résultats d'essais valides sur des carottes d'un diamètre ≥ 75 mm. On parle de résultats valides lorsque les valeurs aberrantes ont été écartées. Même si l'on peut s'attendre à une dispersion plus grande des résultats avec des échantillons d'un diamètre inférieur, la norme autorise l'usage de carottes d'un diamètre de 50 mm si la dimension maximale des granulats est ≤ 16 mm. Dans ce cas, l'estimation de la résistance sur site doit être basée sur au moins douze valeurs valides.

Combinaisons d'essais au scléromètre et sur carottes

Bien que les essais sur carottes livrent les résultats les plus fiables, le carottage est coûteux et les trous laissés par l'extraction des échantillons nécessitent une remise en état. Par conséquent, en présence de structures anciennes, il pourrait s'avérer intéressant :

- dans un premier temps, de procéder à des essais au

scléromètre pour obtenir une **évaluation détaillée de l'homogénéité du béton** dans la structure

- dans un second temps, d'effectuer un carottage pour établir une relation entre les mesures d'essais au scléromètre et la résistance à la compression sur site.

La norme NBN EN 13791 stipule toutefois qu'il n'est pas approprié d'utiliser l'indice de rebondissement obtenu à l'aide du scléromètre pour évaluer la **résistance d'un béton endommagé par le feu ou ayant une profondeur de carbonatation supérieure à 5 mm**. En effet, les valeurs obtenues par le scléromètre surestiment fortement les valeurs en compression du béton carbonaté. Or, puisqu'ils sont souvent carbonatés, cette situation touche la majorité des bétons anciens. Les mesures de dureté au scléromètre restent cependant utiles pour déterminer les aires à carotter.

Deux procédures sont décrites dans la norme :

- **l'établissement d'une relation entre les résultats obtenus avec le scléromètre et les résultats des essais sur carottes** (uniquement si le béton n'est pas carbonaté ou endommagé par le feu)
- **l'utilisation du scléromètre pour localiser les aires d'essai présentant la plus faible résistance à la compression dans une zone ne dépassant pas 30 m³** en vue d'y prélever quelques carottes. On estime alors directement la résistance à la compression sur site à l'aide de trois carottes prélevées dans la zone entourant les aires qui présentent le résultat au scléromètre le plus faible. La dispersion des valeurs entre les carottes doit être inférieure à 15 % de la valeur moyenne. Cette procédure est donc intéressante pour les faibles volumes. ◆

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





Performances acoustiques des revêtements de sol

Le confort acoustique dans un bâtiment est principalement assuré par la sélection d'un concept de construction adapté et sa mise en œuvre correcte. Le revêtement de sol peut aussi contribuer à réduire de manière sensible les nuisances sonores générées par les pas. Ainsi, le choix d'un revêtement influencera, d'une part, la perception des bruits de pas dans la pièce elle-même et, d'autre part, l'isolation aux bruits de chocs entre les pièces.

S. Lesoinne, dr. ir., chef de projet, laboratoire 'Acoustique', CSTC
D. Wuyts, ir.-arch., chef du laboratoire 'Acoustique', CSTC

La sonorité du revêtement de sol

Certes, la nuisance sonore potentiellement générée par les pas est fonction du type de chaussures, mais aussi et surtout du revêtement de sol. La 'sonorité' de ce dernier peut être qualifiée d'agréable ou de désagréable et elle influence la **perception qualitative de la finition** (bon marché ou solide). Cette perception dépend non seulement de l'intensité sonore, mais aussi de la présence de sons spécifiques (aigus ou graves) dans le bruit émis lors de la marche. Ceux-ci sont déterminés par la masse, la rigidité,

la dureté de la surface du sol et le mode de pose du revêtement au support.

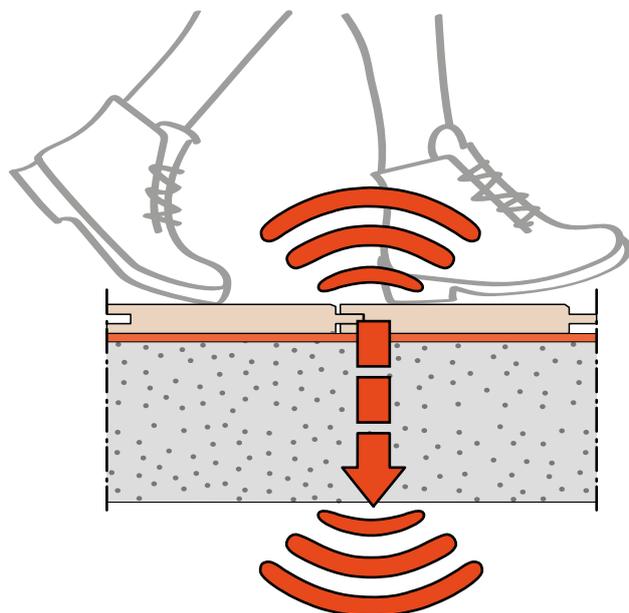
L'intensité du rayonnement acoustique peut être diminuée en privilégiant l'utilisation de **matériaux souples** (tapis, PVC, linoléum, liège, ...), du moins pour la couche supérieure. En cas de matériaux rigides (bois, carrelages, ...), cette intensité peut néanmoins être atténuée par une fixation rigide au support (collage, par exemple) ou par application d'une sous-couche amortissante.

La norme NBN EN 16205:2020 décrit deux paramètres permettant de comparer différents types de revêtements de sol en termes de sonorité, à savoir :

- le $L_{n,walk,A}$ (pondéré A, exprimé en décibels)
- le RWS (*Radiated Walking Sound*, exprimé en sones, qui représentent le volume sonore perçu).

On utilise également les classes A à D, définies par la norme française NF S 31-074:2002 (remplacée depuis 2013 par la norme européenne EN 16205).

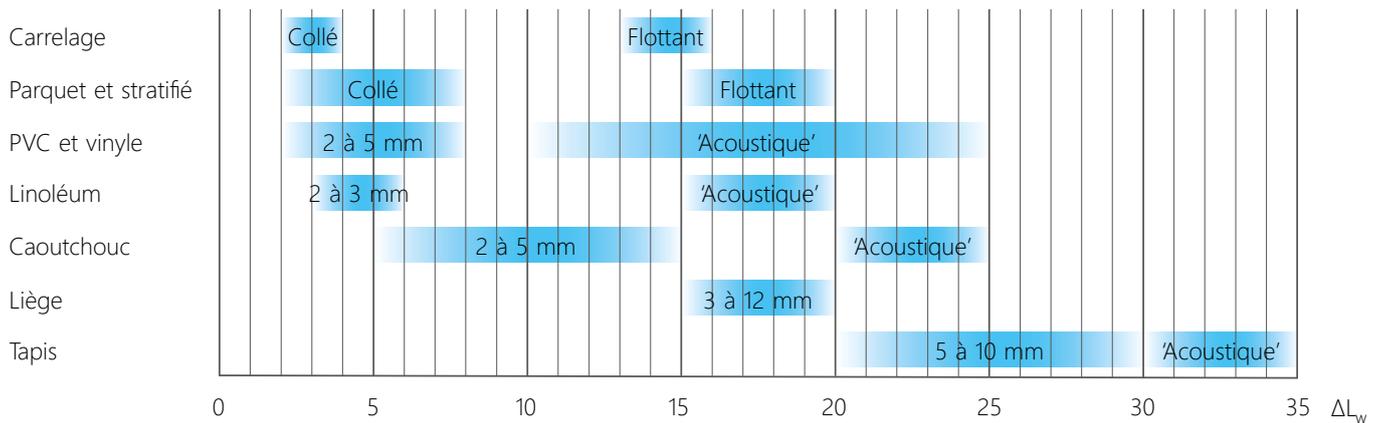
1 | Sonorité du revêtement de sol et transmission des bruits de pas vers la pièce sous-jacente.



L'isolation aux bruits de chocs

Les revêtements de sol peuvent en outre contribuer à atténuer la **transmission des bruits de chocs vers d'autres pièces**. Dans les immeubles d'habitation neufs, ce rôle est assuré par la chape flottante, indépendamment du revêtement. Ce dernier peut toutefois jouer un rôle crucial dans les hôpitaux, les écoles et les immeubles de bureaux, par exemple, ou dans le cadre d'une rénovation, en complément ou non d'une chape flottante.

Cependant, la contribution du revêtement de sol à l'isolation acoustique des bruits de chocs se limite souvent aux hautes



2 | Liste non exhaustive de quelques revêtements de sol et de leurs valeurs ΔL_w courantes (en dB). La version dite acoustique implique l'intégration d'autres matériaux souples sous forme de sous-couches ou de mélanges.

fréquences, c'est-à-dire aux sons aigus dus à la chute d'objets durs et légers ou au déplacement de chaises, par exemple.

L'amélioration de l'isolation aux bruits de chocs est indiquée par la **valeur ΔL_w** (exprimée en dB), que l'on retrouve fréquemment dans les fiches techniques des produits et qui correspond à la **réduction du niveau de bruit de choc pondéré**. Selon la norme NBN EN ISO 717-2, elle est déterminée à partir de mesures effectuées en laboratoire conformément à la norme NBN EN ISO 10140-3. La valeur ΔL_w indique de combien de décibels le niveau du bruit de choc diminue lorsque l'on pose un revêtement sur une dalle en béton standard. Plus cette valeur est élevée, plus l'atténuation sonore est importante. Il faut toutefois tenir compte du fait que la valeur indiquée dépend du plancher porteur et qu'elle n'est valable, sauf mention spécifique, que pour des planchers massifs. En pratique, la valeur ΔL_w nécessaire dans un bâtiment est fonction des données relatives au projet. **Les Dossiers du CSTC 2007/3.10** comportent plus d'informations à ce sujet. On considère toutefois qu'en dessous de 15 dB, l'atténuation du bruit de choc est faible.

De manière générale, les revêtements plus rigides (carreaux semi-flexibles en PVC, linoléum, PVC homogène, ...) offrent une moins bonne isolation, car leur valeur ΔL_w est plus faible que celle des revêtements souples multicouches en PVC ou

en caoutchouc, par exemple. Néanmoins, les revêtements rigides sont parfois disponibles dans une version dite acoustique comprenant une sous-couche (intégrée ou non) constituée d'un matériau résilient qui améliore considérablement l'atténuation acoustique.

Le graphique ci-dessus présente quelques valeurs ΔL_w à titre indicatif pour les revêtements de sol les plus courants. Ces performances peuvent varier fortement au sein d'un même type de finition en fonction de la structure du produit (composition, épaisseur et nature des couches, ...).

Conclusion

Comme le montre le tableau ci-dessous, un revêtement peut avoir un impact différent sur la sonorité du local et l'isolation aux bruits de chocs. Par exemple, un revêtement rigide en pose flottante garantira une isolation efficace aux bruits de chocs, mais affectera probablement la sonorité dans la pièce. Il est donc important de choisir le revêtement en fonction des aspects que l'on souhaite privilégier. 

Cet article a été rédigé dans le cadre de l'Antenne Normes 'Acoustique' subsidiée par le SPF Economie et de la Guidance technologique C-Tech subsidiée par Innoviris.

Impact attendu de trois grands groupes de revêtements sur la sonorité et l'isolation aux bruits de chocs.

Revêtement appliqué sur un plancher 'nu' (avec ou sans chape flottante)	Impact sur la sonorité du revêtement de sol	Impact sur l'isolation aux bruits de chocs
Rigide, collé (parquet, carrelage, ...)		
Rigide, flottant (stratifié, ...)	 (*)	
Souple (tapis, vinyle, linoléum, liège, ...)		

(*) Des variantes avec une sonorité améliorée ont néanmoins été développées et sont disponibles sur le marché (voir fiches techniques).



Des solutions pour éviter la surchauffe

Est-il possible de concevoir ou de rénover des maisons dans lesquelles les températures restent confortables en été ? Oui, si l'on adopte dès le début du projet une stratégie globale prenant vivement en considération les paramètres du bâtiment (inertie, taille et orientation des fenêtres, volumétrie, ...) et la mise en place de moyens passifs et/ou de systèmes actifs visant à lutter contre la surchauffe. Il faut néanmoins veiller à ce que les systèmes de refroidissement actifs n'entraînent pas une hausse significative de la consommation énergétique.

J. Van der Veken, ir., chef de projet, laboratoire 'Chauffage et ventilation', CSTC

V. Vanwelde, ir., chef de projet senior, laboratoire 'Solutions durables et circulaires', CSTC

La surchauffe, une problématique actuelle

Le problème de la surchauffe n'est pas nouveau, mais il est de plus en plus souvent porté au premier plan, notamment en raison du changement climatique et de ses vagues de chaleur plus longues et intenses. Ainsi, qu'il s'agisse d'habitations neuves ou existantes, il est de plus en plus difficile de maintenir un confort d'été acceptable.

Cependant, en tenant compte de ce problème dès la conception du bâtiment, en adaptant légèrement les plans et en intégrant des stratégies de refroidissement passives, il est possible de limiter les besoins en refroidissement. Par ailleurs, les systèmes de refroidissement durables permettent d'améliorer encore davantage le confort d'été sans trop augmenter la consommation d'énergie ou les émissions de gaz à effet de serre.

Un nouvel outil pour concevoir des logements confortables

Un outil a été développé dans le cadre du projet CORNET SCoolS, afin de pouvoir comparer **différentes stratégies de refroidissement** (absence totale de système de refroidissement, refroidissement adiabatique, géocooling ou encore un refroidissement par air plus classique) sur le plan de la consommation énergétique et du confort obtenu au sein de l'habitation. Cet outil est disponible à l'adresse suivante : <http://www.cornet-scools.com/results.html>.

Cet outil permet de faire varier un certain nombre de paramètres (type de bâtiment, inertie, épaisseur de l'isolation, surface vitrée, orientation, type de ventilation, ...) ainsi que les stratégies de refroidissement passives. Le climat estival simulé combine les vagues de chaleur les plus fortes des trois dernières années, ce qui est assez représentatif du

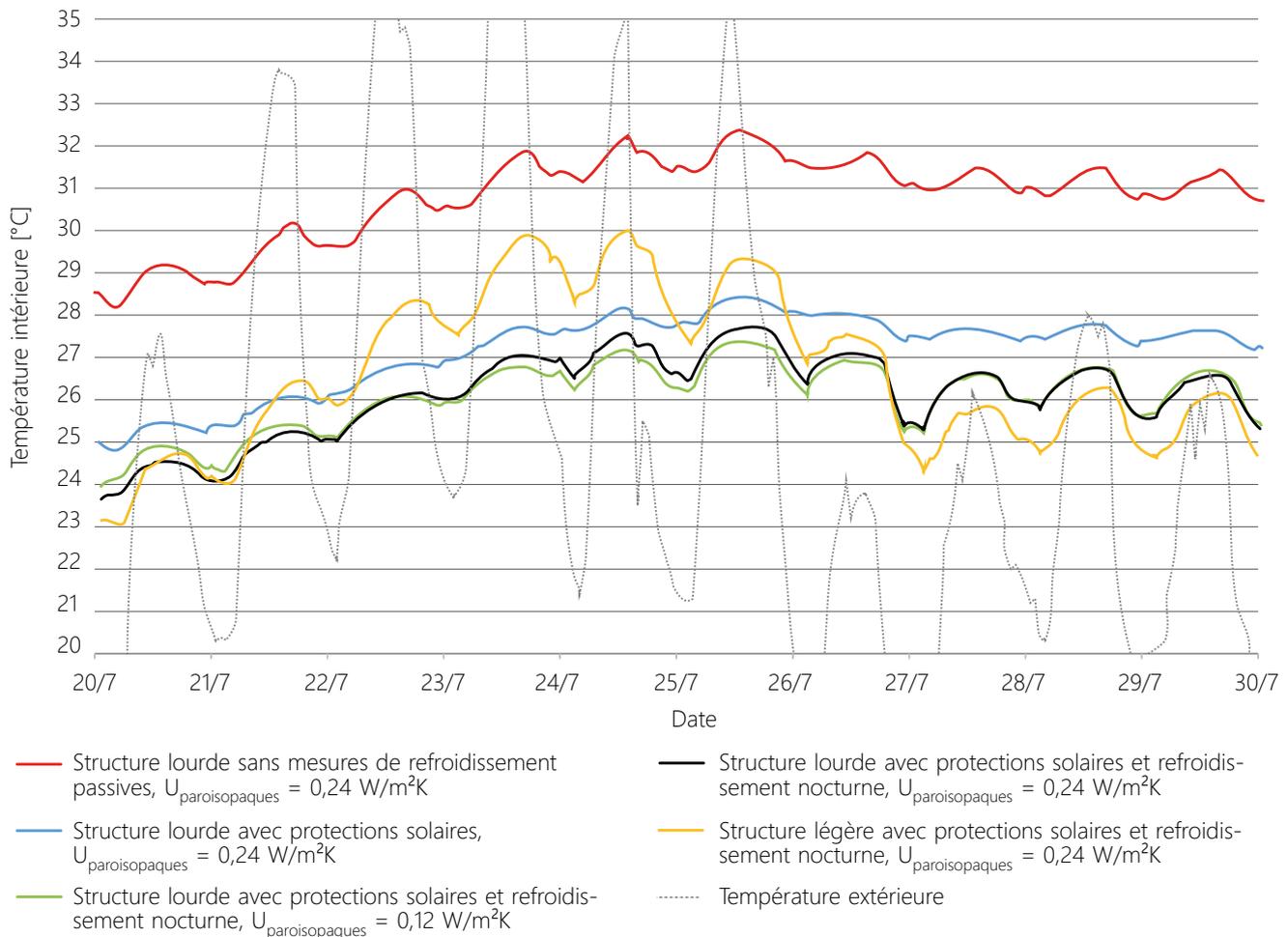
climat des prochaines années (et décennies). Le confort est déterminé principalement sur la base des **températures maximales acceptables dans les espaces de vie et les chambres à coucher**, à savoir 28 °C le jour et 26 °C la nuit.

Les stratégies de refroidissement passives

En faisant varier les différents paramètres du bâtiment, on constate l'impact considérable du **type de construction** sur les problèmes de surchauffe. Ainsi, les appartements de forme compacte et dotés d'un assez grand nombre de surfaces vitrées sont susceptibles d'y être confrontés le plus rapidement (même dès le début du printemps). À l'inverse, les bâtiments moins compacts et ayant moins de surfaces vitrées sont moins concernés.

La figure à la page suivante indique les résultats de simulation de la vague de chaleur la plus extrême (été 2019) sur une habitation individuelle. Si celle-ci est isolée de façon standard (murs $U_{\text{paroisopaques}} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$), qu'elle dispose d'une structure massive et lourde et qu'aucune mesure de refroidissement passive n'a été prise, on observe que la température dans la chambre à coucher atteint un pic de 32,5 °C (courbe rouge). Lorsque les fenêtres de la même habitation sont équipées de protections solaires, la température maximale peut diminuer de 4 °C (courbe bleue). Toutefois, la chaleur cumulée au moment du pic est conservée pendant un certain temps encore dans la maison. Lorsque les fenêtres sont ouvertes au bon moment pour réaliser un refroidissement nocturne, la température durant la nuit peut alors baisser jusqu'à environ 26 °C (courbe noire).

L'impact des autres paramètres du bâtiment est plus limité. Ainsi, la température au sein d'une habitation plus légère à ossature en bois (courbe jaune) grimpe plus rapidement et atteint des maxima plus élevés pendant les jours les



Simulation de la température régnant dans la chambre à coucher d'une habitation individuelle durant la longue vague de chaleur de l'été 2019.

plus chauds. En revanche, elle peut également descendre plus rapidement une fois le pic passé, ce qui peut être appréciable entre les vagues de chaleur de plus en plus longues. Enfin, lorsque l'habitation présente une meilleure isolation (courbe verte, $U_{\text{paroisopaques}} = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$), son profil est légèrement plus aplati que lorsqu'elle est moins bien isolée (courbe noire). En effet, une couche d'isolation supplémentaire empêche la chaleur d'entrer dans la maison, mais elle retient aussi plus longtemps celle qui y règne déjà.

Ces simulations partent du principe que les protections solaires sont utilisées de manière cohérente et que les fenêtres sont ouvertes au bon moment.

Dans la réalité, le **comportement des utilisateurs** n'est pas toujours aussi rigoureux, laissant ainsi souvent inexploité une part du potentiel des stratégies de refroidissement passives. Ce phénomène, que nous avons déjà pu observer dans le cadre du projet Measure (voir [Les Dossiers du CSTC 2017/4.13](#)), a de nouveau été constaté lors d'une campagne de mesure menée l'été dernier dans un quartier comptant une vingtaine d'habitations très similaires. A la fin de la vague de chaleur, des écarts de températures allant

jusqu'à 5 °C ont été enregistrés d'un bâtiment à l'autre. Les résultats de simulation présentés dans cet article indiquent donc ce que permettrait une pratique manuelle rigoureuse de la stratégie passive ou – de manière peut-être plus réaliste – une gestion automatisée bien configurée.

Quid des systèmes de refroidissement actifs ?

Les résultats de la simulation montrent également que, face à des vagues de chaleur de plus en plus longues, il sera de plus en plus difficile de garantir un confort acceptable sans devoir recourir à des systèmes de refroidissement supplémentaires, que ce soit dans les bureaux ou dans les bâtiments résidentiels.

Il est préférable d'opter pour **une combinaison de systèmes de refroidissement passifs et actifs**, car les résultats en matière de confort, de dimensionnement et de consommation énergétique sont généralement meilleurs. Les systèmes disposant d'une puissance de froid plus faible offrent par ailleurs plus de possibilités sur le plan de la durabilité. Ce point fera l'objet d'un prochain article de ce magazine. 



La sécurité incendie : un frein au développement des façades végétalisées ?

Le risque de propagation de l'incendie doit être considéré pour tout type de façade. Bien qu'il ne soit pas facile d'évaluer le comportement au feu des façades végétalisées, celles-ci n'échappent pas à la règle. Un entretien régulier, le choix judicieux des composants et l'application des dispositions constructives supplémentaires abordées dans cet article contribuent à réduire le risque de propagation du feu.

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

En principe, qu'elles soient enracinées dans le sol ou ancrées dans le mur, les façades végétalisées doivent satisfaire aux **exigences relatives à la combustibilité des revêtements de façade des bâtiments**. Celles-ci sont exprimées par la classe de réaction au feu (voir tableau A des **Dossiers du CSTC 2020/3.4**) que l'on détermine par un essai normalisé réalisé en laboratoire (voir l'article 'Évaluation de la réaction au feu' de l'Antenne Normes Prévention du feu).

Cette méthode d'essai n'est cependant pas tout à fait adaptée aux 'systèmes vivants' que sont les façades végétalisées. Par ailleurs, une lame d'air continue est généralement présente derrière ce type de façade. Elle pourrait provoquer un 'effet cheminée' et augmenter ainsi le risque de propagation verticale de l'incendie.

Le marché des façades végétalisées évolue rapidement et les demandes se multiplient. Néanmoins, en raison de ce manque d'exigences adaptées (tant en Belgique qu'à l'étranger), des difficultés rencontrées pour réaliser des essais et du peu d'informations techniques concernant le comportement au feu de ces systèmes, les concepteurs et les installateurs sont confrontés à de **nombreux problèmes dans la pratique**. Ce type de façade peut ainsi se voir refusé par les services d'incendie, notamment faute d'une classe de réaction au feu validée par un essai en laboratoire ou de connaissances quant au risque encouru. Il y a de quoi décourager les auteurs de projets, qui se tourneront alors vers des systèmes plus classiques et répondant plus facilement aux exigences de la réglementation en vigueur.

Inspirées de l'expérience actuelle et, entre autres, des prescriptions développées en ce moment en Autriche à partir

de campagnes d'essais récentes, les recommandations présentées ci-après permettent de réduire le risque de propagation de l'incendie via la façade végétalisée.

Bâtiments bas ($h < 10$ m) et moyens ($10 \text{ m} \leq h < 25$ m)

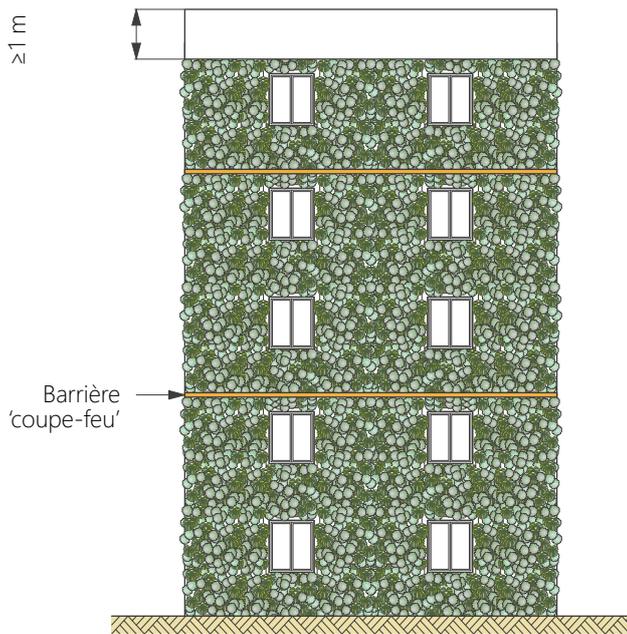
Il est tout d'abord primordial de maintenir la façade végétalisée dans un état fonctionnel et vital. Un **entretien régulier** (minimum deux fois par an) et le **suivi du bon fonctionnement du système d'irrigation** (si présent) sont nécessaires pour préserver la végétation.

Certes, les plantes mortes doivent être éliminées, mais il en est de même pour les plantes desséchées lorsqu'elles sont trop hautes et trop denses. Il est donc souhaitable de souscrire un contrat d'entretien. Le soin et la sélection des plantes requièrent une attention particulière. On optera de préférence pour des espèces à feuilles persistantes ou semi-persistantes.

En ce qui concerne les **matériaux**, il est recommandé :

- soit de choisir un système de façade végétalisée répondant aux classes de réaction au feu imposées pour les revêtements de façade (via un essai en laboratoire), à savoir : B-s3, d1 pour les bâtiments moyens et D-s3, d1 ou C-s3, d1 pour les bâtiments bas en fonction du type d'utilisateurs
- soit d'utiliser des supports (treillage et structure portante) incombustibles tels que l'aluminium ou l'acier et, pour les murs végétaux, de privilégier des substrats incombustibles ou à faible teneur en matière organique. Si ce n'est pas le cas, il est conseillé d'opter pour des





1 | Interruption de la façade végétalisée et de la lame d'air continue tous les deux niveaux

systèmes avec substrat humide en permanence (via un système d'irrigation).

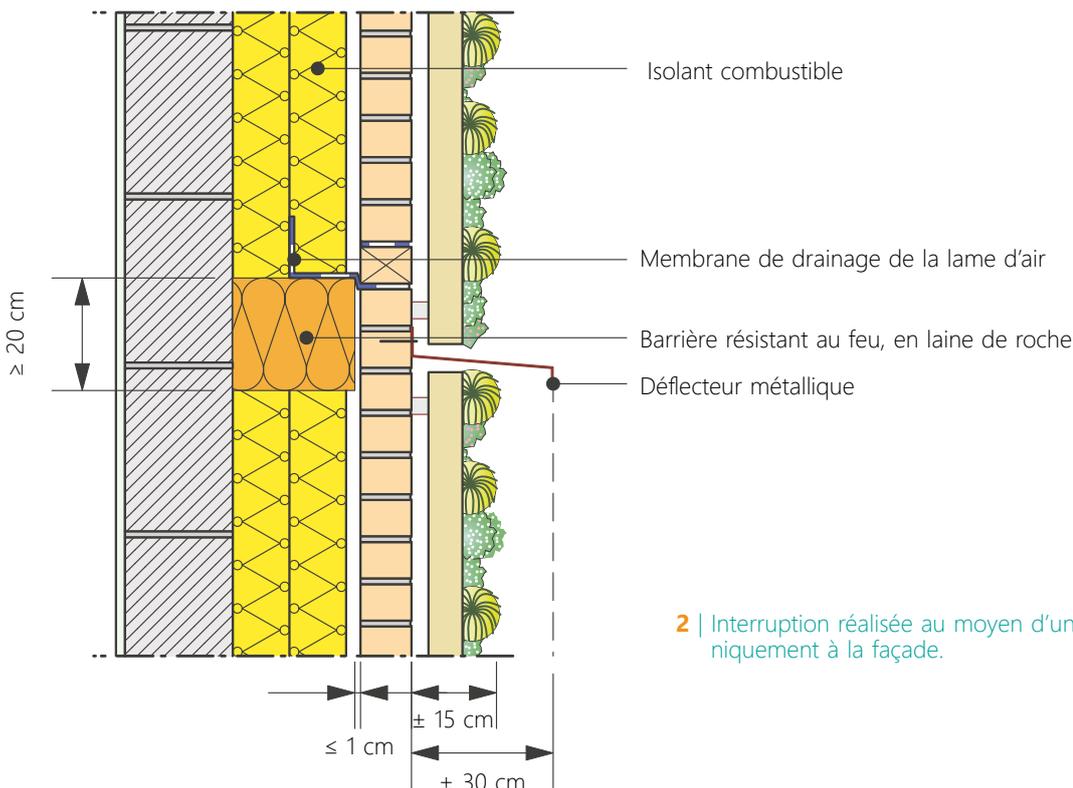
Pour les bâtiments moyens, outre les recommandations précitées, l'adoption de l'une des dispositions constructives suivantes peut être envisagée pour freiner la propagation

de l'incendie :

- installer des **barrières 'coupe-feu' tous les deux niveaux** ou au droit de chaque ouverture dans la façade. Ceci permet d'interrompre la végétation et l'éventuelle lame d'air continue située derrière la façade végétalisée (voir figure 1). Il peut s'agir d'un déflecteur réalisé au moyen d'une tôle en acier (pas en aluminium) d'au moins 1 mm d'épaisseur et fixé mécaniquement (voir figure 2). Un dépassement horizontal de 15 cm de la zone végétale est considéré comme sécuritaire. Ces barrières sont placées dans le prolongement de celles nécessaires pour interrompre l'isolation combustible des bâtiments moyens selon la réglementation actuelle (voir [Les Dossiers du CSTC 2020/3.4](#), § 4.2.1)
- veiller à ce qu'il y ait une **distance horizontale suffisante (minimum 40 cm) entre les ouvertures et la façade végétalisée** pour éloigner les plantes des flammes s'échappant par les fenêtres
- prévoir des **zones sans végétation** sur une hauteur minimale (1 m, par exemple) sous la toiture (pour éviter que le feu ne se propage de la façade vers la toiture) et au-dessus des ouvertures
- munir le bâtiment de **balcons, sans végétation, d'au moins 60 cm de profondeur**, par exemple, au droit des ouvertures.

Bâtiments élevés ($h \geq 25$ m)

Sur la base des connaissances actuelles, les façades végétalisées ne sont pas recommandées pour les bâtiments élevés. La classe de réaction au feu exigée pour les revêtements de façade de ces bâtiments est en effet A2-s3, d0. Elle ne convient donc pas pour ce type de façade. ◆



2 | Interruption réalisée au moyen d'un déflecteur fixé mécaniquement à la façade.



Impact environnemental des solutions circulaires

De nombreux acteurs du secteur de la construction tentent de mettre en œuvre des solutions circulaires. La circularité ne doit toutefois pas être considérée comme un but en soi, mais plutôt comme une stratégie permettant d'économiser des ressources, de produire moins de déchets et de réduire l'impact environnemental des bâtiments. Il faut en outre rester critique et vérifier si les stratégies circulaires envisagées sont effectivement plus intéressantes d'un point de vue environnemental (ce qui n'est pas toujours le cas).

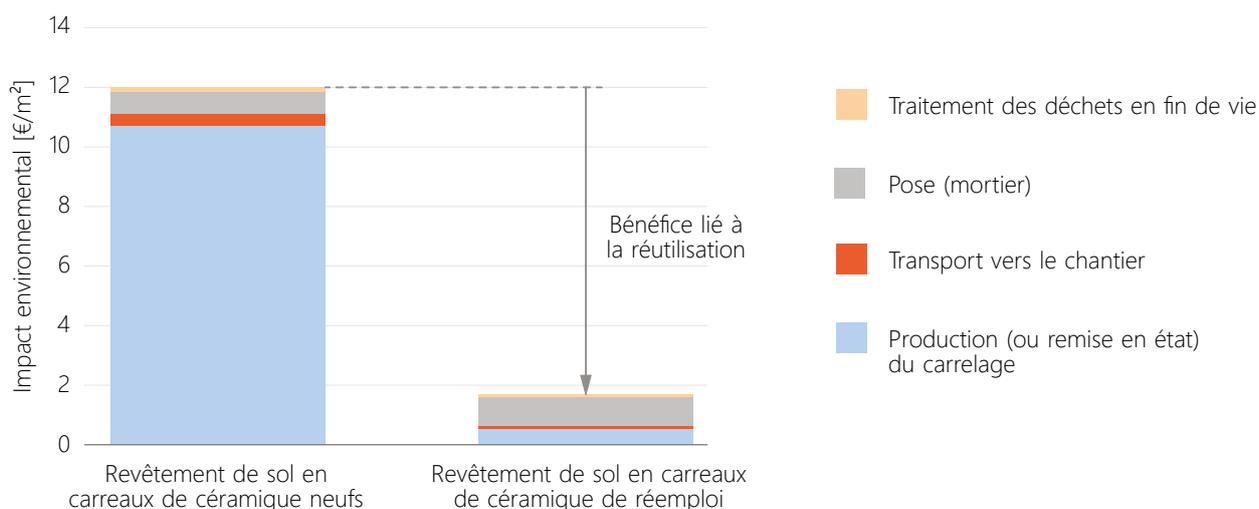
L. Delem, ir., chef de projet senior, laboratoire 'Performance environnementale', CSTC
L. Wastiels, dr. ir.-arch., chef du laboratoire 'Performance environnementale', CSTC

Matériaux renouvelés, recyclés ou réutilisés : bénéfices immédiats

La rénovation, le recyclage et le réemploi de matériaux sont trois stratégies circulaires visant à réduire l'impact du bâtiment dès sa construction. Le **recyclage** permet d'économiser des matières premières et le **réemploi** d'éviter, en plus, l'étape de production. La **rénovation**, par la conservation des matériaux encore en bon état, permet non seulement d'éviter la production, mais aussi le transport et la mise en place d'une grande quantité de matériaux. A elle seule, la structure portante représente environ 30 % de l'impact environnemental des matériaux d'un bâtiment.

Par rapport à l'utilisation de matériaux neufs, ces trois stratégies engendrent généralement des **bénéfices environnementaux**. Ces derniers sont souvent plus importants en cas de rénovation et de réemploi que de recyclage. Il faut toutefois évaluer chaque situation au cas par cas. En effet, l'utilisation de matériaux recyclés peut, par exemple, influencer positivement ou négativement la production (consommation d'énergie, d'adjuvants, ...), le transport, l'installation, l'entretien ou la fin de vie du produit.

Une **analyse du cycle de vie (ACV)** permet de vérifier que les solutions circulaires envisagées permettent effectivement de réduire l'impact environnemental du bâtiment.



Comparaison de l'impact environnemental de revêtements de sol constitués de carreaux neufs ou de carreaux de réemploi, exprimé en euros selon la méthode MMG 2014 (déc. 2017, v1.05).

Distances (approximatives) au-delà desquelles l'impact lié au transport par camion d'un matériau de réemploi surpasse l'impact d'un matériau neuf issu d'une production située à 100 km du chantier.

Matériaux	Distances maximales pour les matériaux de réemploi (*)
Briques de terre cuite	1.100 km
Bois scié non traité	4.500 km
Acier	40.000 km
Granulats	150 km

(*) Distances calculées sur la base du score agrégé TOTEM. Si l'on considère uniquement l'impact sur le changement climatique (équivalent CO₂), elles sont généralement plus courtes.

A titre d'exemple, le schéma à la page précédente permet de comparer l'impact environnemental de carreaux neufs et de carreaux de réemploi. Cette comparaison montre que le réemploi a un impact bien inférieur à celui de l'utilisation de carreaux neufs, et ce même si le réemploi nécessite un traitement visant à éliminer les résidus de mortier (trempage dans un bain d'acide) et l'application d'une couche de mortier plus épaisse pour compenser les irrégularités. Les bénéfices engendrés par le recyclage des carreaux sous la forme de granulats représenteraient quant à eux moins de 1 % de ceux obtenus par le réemploi.

Notons par ailleurs que l'utilisation de granulats secondaires (issus d'un centre de concassage basé à proximité du chantier de construction) ou de carreaux de réemploi (en provenance de chantiers de déconstruction situés en Belgique) permet non seulement d'éviter l'impact dû à la production de matériaux neufs, mais aussi de réduire l'impact lié au transport. Si, au contraire, les matériaux recyclés ou de réemploi proviennent de loin, il y a lieu de vérifier que l'impact du transport ne surpasse pas celui dû à la fabrication de matériaux neufs (voir tableau ci-dessus).

Enfin, en cas de rénovation, il convient d'accorder une attention particulière à l'**amélioration de la performance énergétique du bâtiment existant**, sans quoi les bénéfices éventuels liés à la conservation des matériaux seraient vite annulés par les besoins additionnels en énergie. Une analyse du cycle de vie permet d'identifier la meilleure stratégie de rénovation d'un point de vue environnemental ou d'évaluer s'il ne serait pas plus intéressant de remplacer le bâtiment existant par un bâtiment neuf.

Matériaux recyclables, réutilisables, adaptables : bénéfices potentiels

L'utilisation de matériaux recyclables ou réutilisables et la construction de bâtiments adaptables sont des stratégies n'entraînant pas nécessairement des bénéfices environnementaux à court ou à moyen terme. Elles visent plutôt à **réduire l'utilisation de ressources et la production de déchets dans le futur**, plus précisément lorsque les matériaux auront atteint la fin de leur premier cycle de vie (après plus de 60 ans pour certains matériaux de structure).

Grâce à une analyse du cycle de vie, il est possible de déterminer l'impact environnemental engendré par certaines stratégies de conception circulaires, comme le surdimensionnement d'un bâtiment (pour le rendre adaptable) ou des modes de poses facilitant le démantèlement. Cet impact environnemental initial (éventuellement plus élevé) peut ensuite être comparé à des bénéfices potentiels tels que la possibilité d'étendre la durée de vie du bâtiment ou d'éviter l'extraction et/ou la transformation de nouvelles matières premières. Néanmoins, vu l'urgence relative au réchauffement climatique et l'incertitude de ces bénéfices futurs, il nous semble plus prudent d'adopter des principes circulaires n'ayant pas un impact (trop important) à court terme (dans le cycle de vie actuel).

Enfin, il est bon de savoir qu'un matériau, même recyclable à l'infini (aluminium, par exemple), peut avoir un impact environnemental important. En effet, sa production n'est pas nécessairement basée sur l'utilisation exclusive de matériaux recyclés. Par ailleurs, une nouvelle étape de fabrication, source de pollution, est requise à chaque nouveau cycle (la refonte des métaux est un processus très énergivore, par exemple). Il est donc important de rester critique. ●

TOTEM

TOTEM, l'outil belge pour l'analyse du cycle de vie des bâtiments (voir [Les Dossiers du CSTC 2018/2.2](#)), considère la quantité moyenne de matière recyclée présente dans les matériaux de construction et permet d'évaluer l'impact des matériaux de réemploi ou les cas de rénovation. L'impact lié à la fin de vie du bâtiment tient compte des pratiques en vigueur en Belgique sur le plan du recyclage et du réemploi (recyclage de 95 % des déchets inertes et des métaux en fin de vie, par exemple). Quant aux bénéfices pouvant être engendrés dans un cycle de vie ultérieur (potentielle économie de ressources), ceux-ci seront intégrés prochainement dans un module distinct (le module D).

Les *viewers* BIM pour un accès facile aux informations relatives à l'ouvrage

L'univers du BIM comporte de nombreux outils, chacun offrant ses propres fonctionnalités. Ce sont toutefois les *viewers* qui suscitent un intérêt particulier auprès des entreprises de toutes tailles. Intuitifs, faciles à prendre en main, financièrement abordables, voire gratuits, ils permettent à tout un chacun de consulter les informations reprises dans le modèle, et ce pratiquement sans aucune connaissance préalable.

P. Dewez, ir.-arch., conseillère, division 'Construction digitale', CSTC

1 Les fonctionnalités des *viewers* BIM

1.1 Visualiser et consulter

Les *viewers* BIM servent principalement à consulter les informations reprises dans le modèle (informations géométriques et non géométriques comme la nature des matériaux ou certaines de leurs propriétés).

Ils sont également utilisés pour visualiser le modèle sous différents angles (voir figure 1), réaliser des coupes afin d'examiner l'intérieur de l'ouvrage (voir figure 2) ou encore 'éclater les étages', c'est-à-dire séparer les étages les uns des autres dans le sens vertical de manière à obtenir une vue plus claire des divers niveaux du bâtiment.

Ils permettent en outre de sélectionner un élément de construction (mur, porte, ...) et de consulter des informations à son sujet (dimensions, matériaux constitutifs, isolation acoustique, ...). Evidemment, seules sont disponibles les données introduites dans l'élément numérique par la personne chargée de sa réalisation. Il importe donc que cette

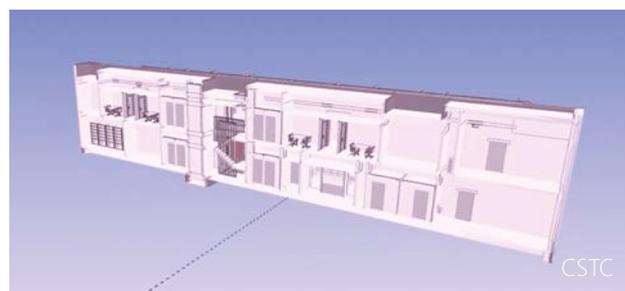
personne structure les données de sorte qu'elles soient facilement consultables par autrui.

1.2 Filtrer

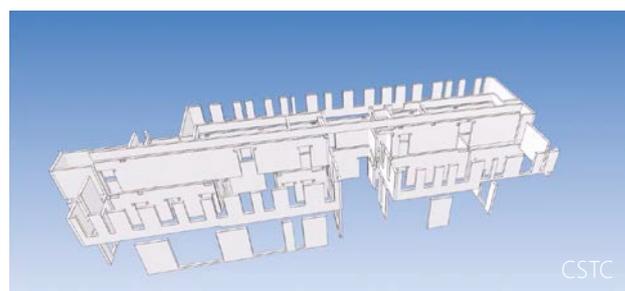
Un filtre peut également être appliqué sur le modèle, afin de ne visualiser que certains éléments. Dans l'exemple illustré



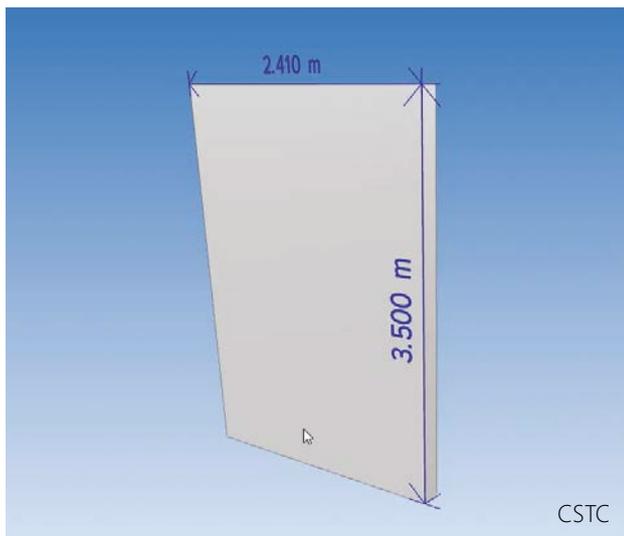
1 | Sélection d'une vue du bâtiment.



2 | Réalisation d'une coupe.



3 | Application d'un filtre pour ne visualiser que les maçonneries de 19 cm.



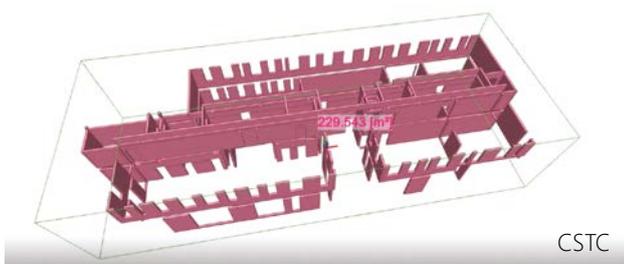
4 | Mesure de la longueur et de la largeur d'un mur.

par la figure 3 et réalisé à l'aide du viewer BIMcollab ZOOM, seules les maçonneries portantes de 19 cm d'épaisseur sont visibles. Un maçon n'est donc pas contraint d'examiner les plans dans tous les détails pour prendre connaissance du travail qu'il doit effectuer.

1.3 Mesurer

Certains viewers peuvent également être utilisés pour prendre des mesures entre deux points (voir figure 4) ou pour additionner des volumes ou des surfaces. C'est notamment le cas du viewer BIMVision. Cette fonctionnalité s'avère très utile si l'on désire connaître rapidement la quantité totale de plusieurs éléments du bâtiment (volume total des murs filtrés, par exemple; voir figure 5).

Grâce à un viewer tel qu'EveBIM, ces informations peuvent être exportées gratuitement dans un fichier Excel. Disposer des quantités de matériaux nécessaires, par exemple, peut aider à préparer une offre de prix ou une commande. Il faut néanmoins préciser que le modèle fournit parfois une



5 | Consultation des quantités relatives aux maçonneries de 19 cm.

estimation des quantités plutôt qu'une valeur précise selon la manière dont il a été créé.

1.4 Commenter

Les viewers permettent par ailleurs de laisser des commentaires. Ceux-ci peuvent être enregistrés dans le format de fichier appelé BCF (*BIM Collaboration Format*). Outre le message à transmettre, ce fichier comprend des prises de vue, le nom de l'auteur du commentaire et des personnes à qui ce dernier est adressé, ... Il est dès lors possible de transmettre des remarques, des questions ou des demandes de modifications sans devoir échanger l'ensemble du modèle.

2 Proposer une offre de prix

L'entrepreneur doit impérativement avoir une bonne compréhension du projet s'il souhaite soumettre une offre de prix correcte. Si les viewers facilitent effectivement cette compréhension et la collaboration tout au long du processus, une bonne inspection du modèle aide également l'entrepreneur à identifier les éventuelles difficultés de mise en œuvre et à juger de leur impact sur l'offre de prix. Ainsi, un chauffagiste pourra constater que la chaudière sera placée dans un endroit difficilement accessible et qu'un ouvrier supplémentaire sera dès lors nécessaire pour l'installation.

Vous trouverez de plus amples informations à ce sujet sur le site www.digitalconstruction.be.

3 Conclusion

Alors que la plupart des grandes entreprises ont rapidement adopté le BIM, c'est encore loin d'être le cas pour la majorité des PME. Le frein principal le plus souvent énoncé est l'investissement en termes de temps, de formations et le coût d'acquisition de matériel informatique et de logiciels.

Faciles d'utilisation et financièrement abordables, voire gratuits, les viewers BIM constituent donc une solution clé pour favoriser la transition des petites et moyennes entreprises vers le BIM. 

BIMio

Cette année, le CSTC proposera l'outil BIMio : un viewer BIM gratuit et facile à utiliser. Celui-ci sera tout particulièrement adapté aux PME.





La logistique et la chaîne d'approvisionnement des chantiers

Dès qu'un projet de construction obtient le feu vert, il n'y a plus de temps à perdre et on se lance en général directement dans les travaux. Par conséquent, il arrive bien souvent qu'on ne consacre pas (ou plus) de temps à la mise en place d'une organisation logistique solide, ce qui entraîne régulièrement des problèmes. Des études montrent que la logistique est responsable de plus de 10 % des coûts de construction. Le potentiel d'amélioration est donc énorme.

M. Lamote, ing., conseiller principal, division 'Gestion et qualité', CSTC

F. Suain, ing., conseiller principal senior, division 'Gestion et qualité', CSTC

1 Livrer des matériaux de construction sur chantier : pas aussi simple qu'il y paraît

La **recherche de productivité** et la **réduction des nuisances environnementales dues aux chantiers de construction** constituent des enjeux cruciaux, et ce tant pour le monde d'aujourd'hui que pour celui de demain. Or, il se trouve que les chantiers sont fréquemment confrontés à toutes sortes de problèmes, à savoir :

- un manque de ponctualité ou une simultanéité des livraisons
- des camions non remplis de façon optimale ou en attente de déchargement
- des livraisons non conformes
- du surstockage
- une surcharge d'occupation de la grue.

Ces difficultés sont inévitablement lourdes de conséquences pour la productivité des chantiers (camions et équipes de travail en attente, stress, non-qualité, ...) et pour l'environnement (pollution, nuisances sonores, ...). Les abords des chantiers et l'organisation interne des entreprises en sont peut-être à l'origine.

1.1 Les abords des chantiers

La demande de logements en ville se faisant croissante, il en va de même pour les **problèmes de mobilité et d'accessibilité aux chantiers urbains**. Ces derniers sont souvent complètement encerclés par d'autres bâtiments. Construire sur un timbre-poste est devenu la règle plutôt que l'exception, avec pour conséquence un manque d'espace sur le chantier.

Par ailleurs, la réglementation est, elle aussi, en constante évolution. Ainsi, dans le cadre des objectifs climatiques

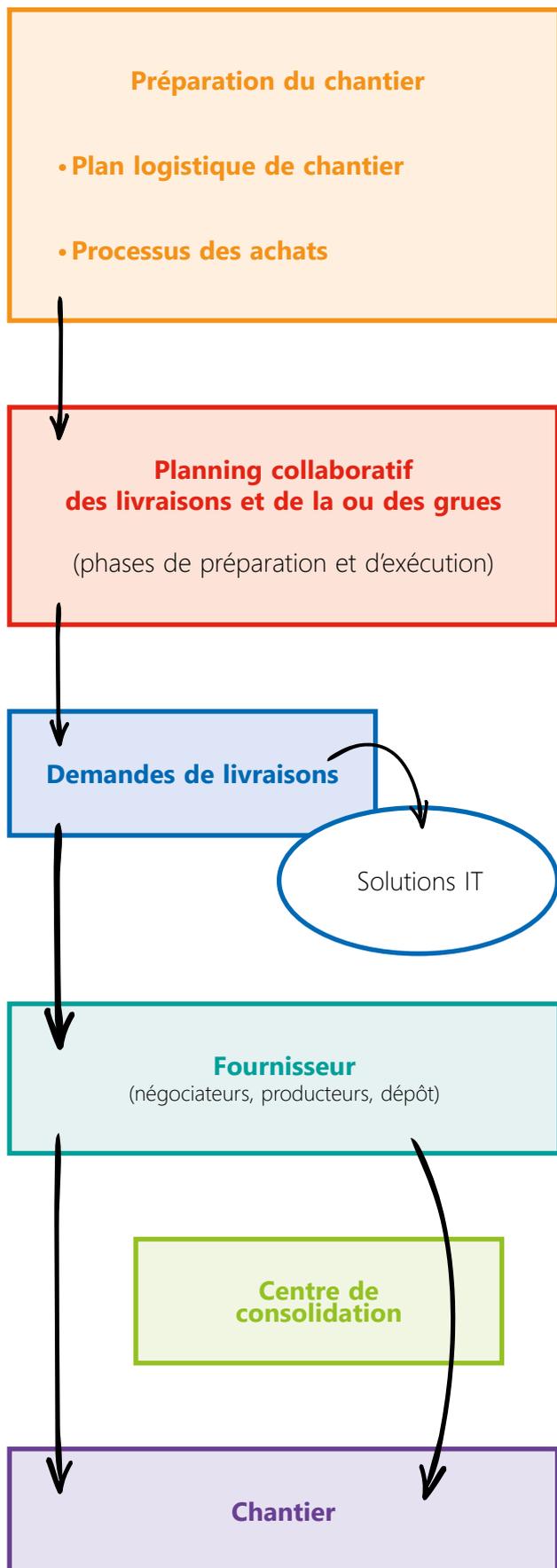
ambitieux que nous poursuivons actuellement, il faut tenir compte de l'émergence de **zones de basses émissions** affectant l'accès aux chantiers. La Belgique fera prochainement un nouveau pas en avant avec la création de zones à émissions ultra basses et nulles. Sur le plan de la sécurité, de nombreuses villes et communes flamandes adoptent quant à elles la charte *'Werftransport'* ('Transport de chantier', en français), dont l'objectif consiste à éviter une circulation dense aux abords des écoles en début et en fin de journée.

1.2 L'organisation interne des entreprises

La **gestion de la chaîne d'approvisionnement** d'un chantier de construction peut s'avérer très complexe. Cette chaîne est caractérisée par une multitude d'intervenants (entreprise générale, sous-traitants, producteurs, transporteurs, ...), par des matériaux aux caractéristiques diverses (fragilité, poids, taille, conditionnement, durée de production, nature des contrats, ...) et par le fait qu'elle est tributaire de l'avancement des travaux.

La planification, la communication, la préparation de l'installation de chantier, la gestion de l'information, le non-respect des horaires de livraison ou encore la gestion des achats sont autant de sources potentielles de **pertes de productivité** auxquelles les chantiers doivent faire face au quotidien.

Enfin, il est également nécessaire de construire de manière plus durable, en veillant suffisamment à la circularité. L'utilisation de déchets de construction ainsi que de matériaux recyclés ou issus de **l'urban mining** deviendra probablement la norme sur le long terme. Il nous faut donc dès aujourd'hui être mieux préparés pour demain, en particulier sur le plan logistique.



2 Optimisation de la logistique de construction

Plus concrètement, l'organisation de la chaîne d'approvisionnement de chantier pourrait s'articuler autour du processus simplifié représenté ci-contre. Ce processus met en lumière plusieurs pistes de solutions :

- l'**amélioration de la préparation de chantier** avec la mise en place d'un plan logistique de chantier (PLC) reprenant les volets organisationnels de la logistique du chantier concerné et intégrant, par exemple, une analyse des flux de matériaux, voire une organisation du stockage par zone de chantier à l'aide d'une approche *Lean 5S*
- la **mise en place d'une planification collaborative (lean) du chantier** comprenant, par exemple, un volet 'planning des livraisons et de la ou des grues' établi avec les sous-traitants
- l'**utilisation de plateformes informatiques** rendant le planning logistique accessible à distance et facilitant la communication entre les intervenants du chantier
- en milieu urbain, le **passage par un centre de consolidation** pour optimiser le chargement des camions, réduire le nombre de déplacements et, mieux encore, respecter les horaires de livraison.

Toutes ces solutions ont pour objectif de fiabiliser la chaîne d'approvisionnement et de la rendre plus efficace pour faciliter les livraisons *just-in-time* et *just-in-place*, et diminuer ainsi les quantités de matériaux stockées sur les chantiers, le but ultime étant d'améliorer la productivité et de réduire l'impact environnemental.

3 L'approche du centre de consolidation

Il est possible d'améliorer l'organisation logistique en faisant livrer les matériaux sur le site de construction par le biais d'un **centre de consolidation situé à la périphérie de la ville ou à proximité du chantier**. Idéalement, il devrait pouvoir approvisionner plusieurs sites. En livrant uniquement les matériaux nécessaires pour la ou les quelques journées à venir, il est possible de limiter considérablement le niveau et le temps de stockage.

Une **analyse de rentabilité** du concept de centre de consolidation a été menée à Anvers dans le cadre d'un projet de recherche flamand (en collaboration avec VIL et VITO). Des résultats prometteurs ont été présentés en septembre 2020 : en livrant les matériaux de cette manière, le coût total de l'aspect logistique d'un projet peut être réduit de 41 %. Les autres avantages sont :

- une augmentation du taux de charge moyen (aller et retour) de 55 à 80 %
- un impact positif sur l'environnement dû à une réduction de 40 % des déplacements en ville
- une réduction de 65 % des coûts engendrés par des erreurs de logistique grâce à une meilleure planification via le centre de consolidation.

Le CSTC a décidé de tester ce concept près du bassin Vergote à Bruxelles, dans le cadre du projet de recherche Brussels Construction Consolidation Centre (<https://bccc.brussels/>). 

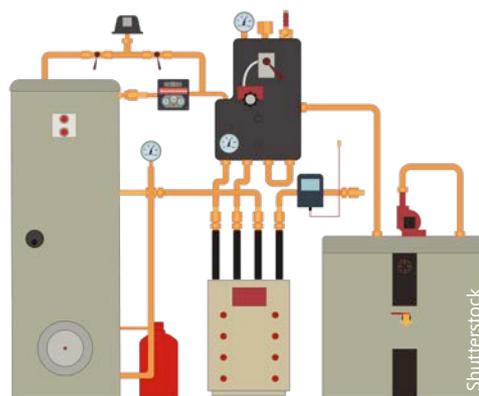
Pleins feux

Nouveaux codes de bonne pratique pour la conception des chaufferies

Entrées en vigueur le 17 septembre 2019, les **normes NBN B 61-001 et -002**, relatives à la conception des chaufferies, ont été retirées du catalogue du NBN le 8 avril 2021.

Il s'avère en effet que :

- certains aspects de la conception d'une chaufferie ne sont plus couverts par la normalisation ou le sont de manière incomplète (position du débouché d'un conduit de fumée, par exemple)
- certaines normes européennes font référence à des réglementations nationales qui n'existent pas en Belgique
- la faisabilité pratique et le contrôle de certains aspects sur le terrain sont sujets à interprétation.



En attendant la publication de nouvelles versions de ces normes, des documents techniques portant les références **NBN DTD 61-001 et -002** ont été publiés comme 'solutions temporaires'. Bien que ces documents n'aient pas le statut de normes, ils sont disponibles dans le catalogue de normes de notre site Internet. Un article publié récemment dans notre rubrique 'Nouvelles' (voir www.cstc.be) explique plus en détail les implications de ce changement pour les installateurs.

Calc&Go : outil de calcul financier pour les indépendants

Quel salaire visez-vous en tant qu'indépendant et comment y arriver ? C'est ce que calcule **Calc&Go** à partir de quelques données de base (que vous pouvez obtenir auprès de votre comptable).

Téléchargez sans plus attendre ce nouvel outil de calcul; ses conseils et informations vous seront d'une grande aide.



https://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=tools&sub=calculator&pag=calc_go

Publications du CSTC



Notes d'information technique

NIT 276 'Guide de bonne pratique pour l'exécution des terrasses et entrées de garage sur terre-plein'
Cette Note d'information technique a principalement pour but d'aider à orienter l'exécutant et l'auteur de projet quant au choix des matériaux et des techniques de pose les plus appropriés pour réaliser une terrasse extérieure sur terre-plein.



Infofiches

Infofiche 95 'Traces à l'intérieur d'un vitrage isolant'
Cette Infofiche décrit le phénomène de présence de taches à l'intérieur d'un vitrage isolant, et en étudie les causes. Elle propose également des mesures correctives et formule quelques conseils de prévention.



Rapport d'activités 2020

Tous les moyens dont dispose le CSTC sont utilisés – directement ou indirectement – pour améliorer la qualité et la compétitivité du secteur de la construction, objectif principal du Centre. Plus de la moitié des ressources du CSTC proviennent de la redevance versée par les entrepreneurs. Le reste provient de subsides octroyés par les autorités régionales, fédérales et européennes (projets d'étude), de recherches effectuées sous contrat à la demande des pouvoirs publics, des organismes privés ou des entreprises. Vous trouverez plus de détails ainsi que des données chiffrées dans ce rapport d'activités.



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.

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

Formations

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

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

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

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

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

www.cstc.be

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



Recherche • Développe • Informe

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

Recherche et innovation

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

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

Développement, normalisation, certification et agréation

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

Diffusion du savoir et soutien aux entreprises

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

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

Siège social

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

Bureaux

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

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

Station expérimentale

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

- recherche et innovation
- formation
- bibliothèque

Brussels Greenbizz

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