

# CSTC | Contact

UNE ÉDITION DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION

2019/3



**Mouvements  
du sol**  
p4-5



**Nouvelles  
technologies**  
p12-13

**Protections solaires  
et PEB**  
p6-7

**Construire avec  
le lean**  
p16-17

# Sommaire

2019/3

|   |  |    |
|---|--|----|
|   | Un rapport d'activités réinventé !.....                                      | 3  |
|    | Attention aux mouvements du sol et aux déformations qu'ils entraînent !..... | 4  |
|    | PEB : les valeurs par défaut ne suffisent plus !.....                        | 6  |
|    | L'amiante, encore et toujours.....   | 8  |
|    | Comment garantir l'isolation acoustique des plafonds suspendus ?.....        | 10 |
|  | Nouvelles technologies et entretien des bâtiments.....                       | 12 |
|  | Le BIM en phase d'exploitation du bâtiment ?<br>Cela en vaut la peine !..... | 14 |
|  | Construire avec le <i>lean</i> , construire plus malin.....                  | 16 |
|   | Pleins feux.....   | 18 |



# Un rapport d'activités réinventé !

Le rapport des activités menées par votre Centre en 2018 est dès à présent disponible sur notre site Internet. A l'image du secteur de la construction, il s'est profondément transformé. **Nouveau format, nouvelle mise en page, mais aussi nouveau contenu.** Moins exhaustif qu'à l'habitude, il met en valeur nombre de projets ou de travaux dédiés aux défis actuels : constructions durables et intelligentes (*smart*), installations techniques modernes, construction 4.0, nouvelles techniques de l'information et de l'organisation, matériaux et systèmes constructifs, sécurité, santé et hygiène ou encore environnement et construction circulaire.

Chaque année, un thème sera traité en profondeur, afin de détailler davantage nos actions. **Cette année, les installations techniques sont à l'honneur.** Même si elles ont de tout temps rempli des fonctions essentielles au sein de nos bâtiments, elles occupent désormais une place centrale dans le quotidien des occupants, leur offrant davantage de confort et de services, sans compromettre leur santé ni s'affranchir d'un usage responsable des ressources de notre planète. Les solutions intelligentes participent à ce développement et transforment de plus en plus nos bâtiments en fournisseurs de services.

Le rapport d'activités nous permet aussi de mettre en évidence **les équipements remarquables de certains laboratoires.** Ces derniers sont régulièrement renouvelés et dotés des appareillages les plus récents pour aborder les défis futurs du secteur avec sérénité et pragmatisme.

Ce qui est clair, c'est que nous avons réservé **plus de place à l'humain.** Ce sont désormais les collaborateurs directement concernés par les sujets abordés qui commentent leurs travaux. Car la richesse du CSTC réside avant tout dans la haute compétence et l'enthousiasme qui animent ses collaborateurs ! 257 personnes motivées par le souci d'aider l'entrepreneur à s'adapter au monde qui change. ■

Téléchargez le rapport  
d'activités sur [cstc.be](http://cstc.be)!



# Attention aux mouvements du sol et aux déformations qu'ils entraînent !

Le CSTC est régulièrement confronté à des questions relatives à l'apparition de fissures ou de dégâts dus aux déformations que subissent les fondations d'un bâtiment. Les risques doivent être évalués selon que ces déformations concernent des constructions neuves ou existantes. Divers outils et méthodes sont disponibles à cet effet.

*M. Allani, dr. ir., chef de projet, laboratoire 'Géotechnique et monitoring', CSTC*  
*N. Huybrechts, ir., chef de la division 'Géotechnique, structures et béton', CSTC*

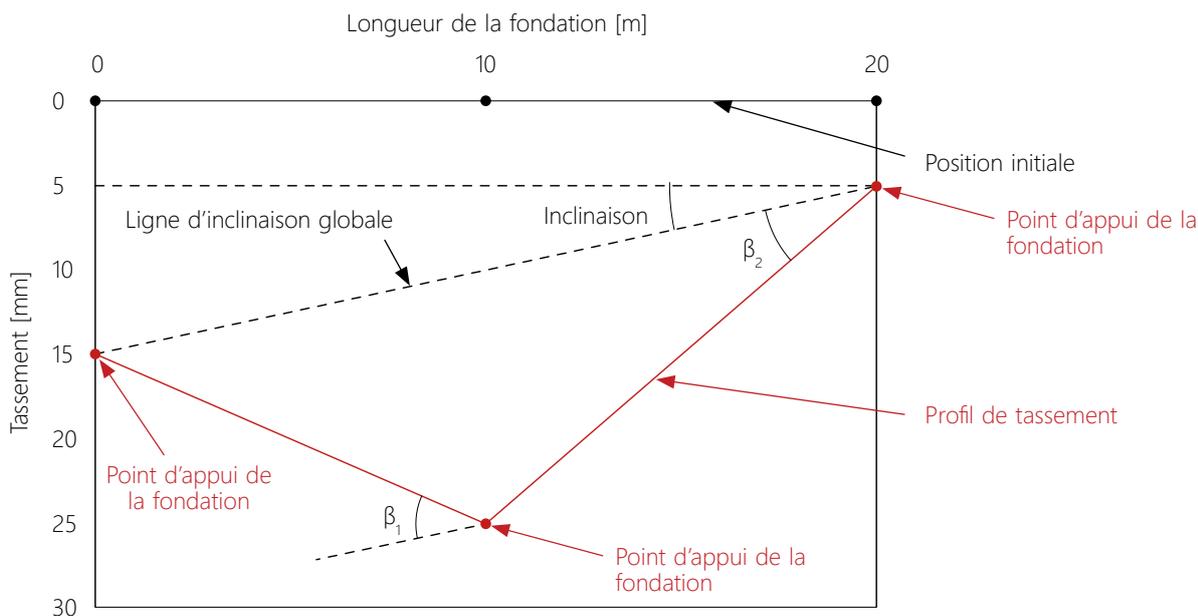
## 1 Origine des déformations

Toute structure, quelles que soient sa nature et sa fonction, utilise le sol d'assise comme appui. Les fondations, quant à elles, assurent la transmission des efforts de la structure vers le sol d'assise. Or, l'augmentation des contraintes dans le sol génère des **tassements** au niveau des fondations, lesquels ne peuvent évidemment pas dépasser l'état limite de service (ELS) (déformation, fissuration, ...) de la structure. Une vérification est donc toujours à effectuer en plus d'un calcul de stabilité (états limites ultimes, ELU).

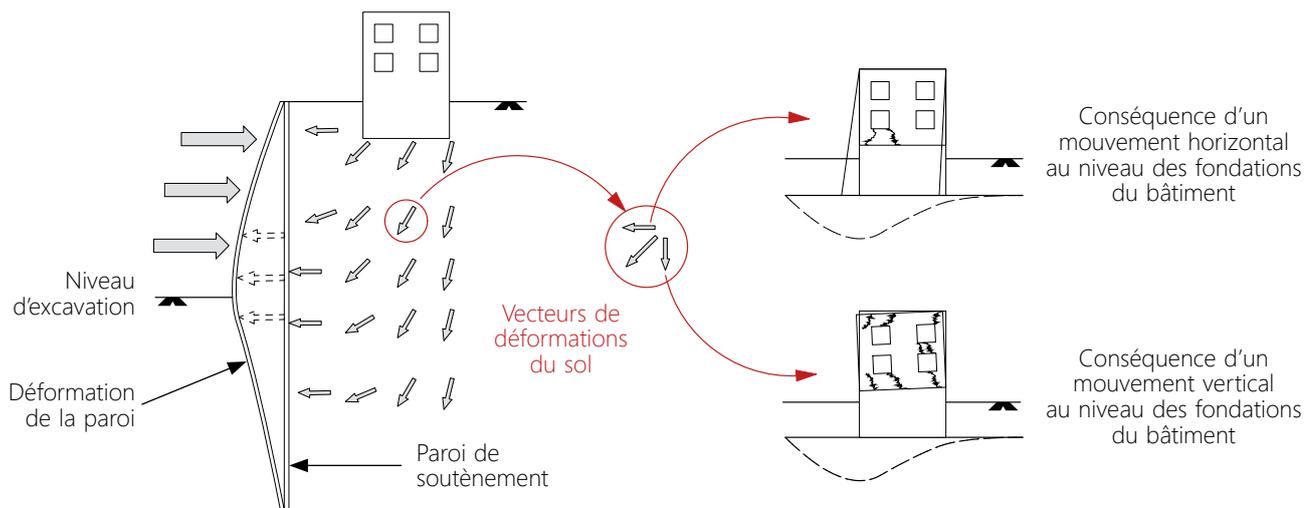
### 1.1 Constructions neuves

L'annexe informative H de la norme NBN EN 1997-1 (Eurocode 7) fournit des valeurs indicatives concernant les limites de déformation admissibles pour les constructions neuves. La rotation relative  $\beta$  est utilisée comme paramètre principal. Comme l'illustre le schéma à la figure 1, il s'agit de l'angle formé par l'intersection entre :

- une ligne reliant deux points d'appui situés dans les fondations
- une ligne représentant l'inclinaison globale de la fonda-



1 | Définition du paramètre de rotation relative  $\beta$ .



## 2 | Mécanisme de déformation d'un bâtiment situé dans la zone d'influence d'une excavation.

tion (délimitée par les deux points situés aux extrémités de celle-ci).

L'Eurocode 7 fournit un intervalle de valeurs limites de  $\beta$  en fonction du type de structure et indique qu'une rotation relative de 1/500 est acceptable pour beaucoup de constructions courantes.

### 1.2 Constructions existantes

Le rabattement d'une nappe phréatique, l'excavation de terres, la réalisation de parois de soutènement, la reprise en sous-œuvre, le creusement d'un tunnel ou encore le fluage/retrait du sol (voir [Les Dossiers du CSTC 2018/3.2](#)) sont autant d'activités pouvant engendrer des '**déformations imposées**' aux bâtiments existants (voir figure 2). Ces déformations verticales et parfois horizontales viennent se cumuler à celles engendrées par le tassement des fondations lié au poids du bâtiment. Les exigences sur les déformations admissibles imposées aux bâtiments existants sont dès lors plus sévères que celles proposées par l'Eurocode 7.

En pratique, on constate que les déformations imposées aux bâtiments existants sont souvent les plus critiques. Voilà pourquoi il convient d'y accorder une attention particulière.

## 2 Maîtrise des risques lors des déformations imposées

### 2.1 Valeurs limites

Une analyse approfondie et des calculs poussés doivent être réalisés, afin d'estimer les déplacements attendus.

Il y a lieu de comparer les valeurs calculées aux valeurs limites admissibles. Plusieurs approches existent dans la littérature, de la plus simple à la plus complexe. Dans la

pratique belge, on utilise régulièrement des valeurs limites pragmatiques pour les constructions courantes. Selon le degré de sensibilité aux dégâts du bâtiment existant, on limite souvent le tassement maximal, par exemple, à des valeurs variant de 10 à 15 mm et le déplacement latéral maximal des parois de soutènement à des valeurs comprises entre 10 et 20 mm. Sur la base de l'expérience acquise, ces valeurs limites semblent être acceptables pour des constructions courantes en bon état.

Pour des constructions non courantes ou sensibles aux tassements, il est néanmoins recommandé d'appliquer des exigences plus sévères ou de procéder à des mesures de stabilisation avant d'entamer les travaux (*jet-grouting*, micropieux, rempiètement, reprise en sous-œuvre au moyen de fouilles blindées, ...).

### 2.2 Contrôle des déformations

Vu l'incertitude relativement grande par rapport aux déformations et la variabilité dans les calculs (paramètres de sol, méthodes de calcul, ...), il est important de mettre en place un contrôle des déformations réelles durant l'exécution des travaux.

Celui-ci peut être réalisé à des moments réguliers et consiste à mesurer l'inclinaison des parois de soutènement, les tassements des bâtiments existants, ... Ce qui implique concrètement :

- qu'un plan de monitoring préalable aux travaux doit être mis en place
- que les parties concernées doivent convenir à l'avance des mesures à prendre en cas de dépassement des seuils admissibles. ◆

*Cet article a été rédigé dans le cadre de l'Antenne Normes 'Géotechnique', subsidiée par le SPF Economie.*



# PEB : les valeurs par défaut ne suffisent plus !

Dans un calcul PEB, certains paramètres peuvent être évalués de différentes manières : mesure, calcul détaillé, calcul simplifié ou valeur par défaut. Toutefois, pour atteindre les exigences PEB actuelles et valoriser au mieux la performance et les travaux réalisés, l'usage des valeurs par défaut doit être limité dans la mesure du possible et réservé aux situations où l'information demandée n'est pas disponible.

*N. Heijmans, ir., chef du laboratoire 'Caractéristiques énergétiques' et coordinateur PEB, CSTC  
P. D'Herdt, ir., chef du laboratoire 'Lumière' et coordinateur PEB, CSTC*

En règle générale, la mesure et le calcul détaillé permettent de se rapprocher autant que faire se peut de la réalité, mais exigent plus de travail de la part de l'équipe de construction. La méthode simplifiée est plus facile à appliquer, mais, comme l'information utilisée est de moindre qualité, la performance calculée sera moindre elle aussi.

Illustrons les différentes méthodes évoquées par quelques exemples.

## L'étanchéité à l'air

Le calcul PEB est réalisé sur la base de la valeur mesurée de l'étanchéité à l'air, mais une valeur par défaut peut être utilisée.

Au début de la réglementation PEB, les exigences n'étaient pas trop strictes. Il était possible d'y satisfaire en ne mesurant pas l'étanchéité à l'air. Ainsi, en Flandre, en 2006, seuls 3 % des déclarations PEB pour de nouveaux logements tenaient compte d'une valeur d'étanchéité mesurée. Avec le renforcement des exigences, il est devenu de plus en plus nécessaire de construire des bâtiments étanches et de le prouver en mesurant le résultat obtenu. En conséquence, en 2016, la proportion de déclarations PEB utilisant la valeur mesurée a grimpé à  $\pm 85$  %.

## La consommation électrique des ventilateurs

Pour minimiser la consommation électrique des ventilateurs, il convient de mettre en œuvre un système de ventilation

## Attention à la terminologie

Il ne faut pas confondre valeur par défaut et valeur fixe.

Une **valeur fixe** est déterminée conventionnellement par la méthode de calcul, et il n'est pas possible de la modifier. Il s'agit donc en principe d'une valeur moyenne des situations rencontrées. Exemple : la température de consigne pour le chauffage.

Une **valeur par défaut** est une valeur qui peut être utilisée en l'absence de donnée sur le produit, de mesure ou de calcul. Les valeurs par défaut sont fixées de manière conservatrice, de sorte que le recours à une méthode plus précise devrait toujours donner de meilleurs résultats de calcul.



de qualité, c'est-à-dire de concevoir un réseau de conduits qui engendre le moins de pertes de pression possible, et de choisir un groupe de ventilation adapté à ce réseau. Il faut toutefois pouvoir valoriser ces efforts dans le calcul PEB.

Trois méthodes peuvent être appliquées. La méthode 3 est basée sur une mesure sur site de la puissance en un point de fonctionnement représentatif. La méthode 2 se réfère à une donnée relative au produit, à savoir la puissance installée. La méthode 1 ne nécessite ni mesure, ni donnée de produit, et peut donc être considérée comme étant équivalente à une valeur par défaut.

Par le passé, c'était généralement la méthode 1 qui était utilisée, car elle prédisait souvent une consommation inférieure à celle prévue par les méthodes 2 et 3. La méthode 1 contrevient donc au principe de base énoncé dans l'encadré, à savoir qu'une valeur par défaut est une valeur conservatrice. Cela a été corrigé en 2019. L'impact de cette modification étant important, il est vivement recommandé d'utiliser l'une des deux autres méthodes disponibles (voir aussi [Les Dossiers du CSTC 2017/2.11](#), la [NIT 258](#) et l'[outil de calcul OPTIVENT](#)).

## La surchauffe

Les réglementations PEB régionales intègrent une exigence relative au risque de surchauffe. Celui-ci peut être réduit grâce à la ventilation intensive et/ou à la maîtrise des gains solaires.

Pour mettre en œuvre une **ventilation intensive** efficace, il faut des ouvertures suffisamment grandes, disposées sur des façades différentes et/ou à des niveaux différents. Encore faut-il pouvoir les ouvrir sans risque de cambriolage. Ici, pas de valeur par défaut : il faut décrire la situation telle qu'elle est. La méthode a été modifiée en 2018 en Région flamande et en 2019 dans les autres régions.

Une **réduction des gains solaires** peut d'abord être obtenue grâce à certains choix architecturaux, tels que la taille des fenêtres ou les ombrages fixes (voir figure ci-contre), et ensuite grâce à l'utilisation de protections solaires.

Déterminer l'**ombrage** réel est d'ordinaire assez aisé et peut, selon la situation, avoir un impact important sur le risque de surchauffe. C'est sans doute la première chose à faire lorsque le calcul PEB prédit un risque de surchauffe.

Pour les **protections solaires parallèles au vitrage**, il est en général assez facile d'utiliser les données réelles, surtout s'il s'agit des toiles mentionnées dans la base de données [www.epbd.be](http://www.epbd.be) intégrée au logiciel PEB. Comme le montrent [Les Dossiers du CSTC 2010/4.16](#), c'est généralement nettement plus favorable que d'utiliser la valeur par défaut.

## Conclusion

Les exigences PEB sont de plus en plus strictes. Cela implique avant tout de bien concevoir les bâtiments, de bien choisir les matériaux et les systèmes à mettre en œuvre, et de bien

construire. Cela implique également de valoriser au mieux, dans le calcul PEB, les efforts et les coûts consentis. Les valeurs par défaut ne devraient dès lors plus être utilisées que quand l'information recherchée est manquante. ◆

*Cet article a été rédigé dans le cadre de C-Tech, subsidié par Innoviris, et avec le soutien de la Confédération Construction wallonne, de la Confédération Construction Bruxelles-Capitale et de la Vlaamse Confederatie Bouw.*

L'ombrage structurel peut aider à combattre la surchauffe.





# L'amiante, encore et toujours...

A l'heure actuelle, l'amiante est encore très présent dans nos bâtiments. Si certains professionnels ont conscience des dangers et maîtrisent les méthodes de travail appropriées, ce n'est pas toujours le cas de ceux qui y sont confrontés plus sporadiquement.

*K. Janssens, ing., conseiller, division 'Avis techniques et consultancy', CSTC*  
*D. Nicaise, dr. sc., chef du laboratoire 'Minéralogie et microstructure', CSTC*

Constructiv et Fedris, l'Agence fédérale des risques professionnels, ont lancé une campagne de sensibilisation et de prévention le 25 septembre 2018 visant à sensibiliser les entreprises de construction à la problématique de l'amiante. Il nous a semblé important de leur apporter notre soutien en rappelant les problèmes le plus couramment rencontrés par les entrepreneurs.

## Où risque-t-on de trouver de l'amiante ?

Particulièrement populaire dans le courant du 20<sup>e</sup> siècle, l'amiante a été largement commercialisé et utilisé dans de nombreux secteurs d'activité jusqu'à la reconnaissance de

son caractère nocif pour la santé. La Belgique a dès lors décidé de réglementer son utilisation de manière progressive jusqu'à son interdiction totale et définitive en 2005.

Cette interdiction concerne les bâtiments neufs. On trouve toutefois encore et toujours de l'amiante **un peu partout dans les bâtiments existants** (dalles et colles de revêtements de sol, mastics, peintures, panneaux de plafonds suspendus, portes résistant au feu, calorifugeage autour des conduites et des chaudières, protections murales, flocage sur poutrelles, tôles, ardoises, ...) ainsi que dans différents types de machines et installations industrielles. Pour quelques exemples d'applications connues de l'amiante, on consultera [Les Dossiers du CSTC 2005/2.7](#).

1 | Présence d'amiante dans le plâtre extérieur de conduites calorifugées.



Depuis quelques années, les produits plus méconnus contenant de l'amiante sont mieux inventoriés. Il s'agit notamment d'enduits de finition fins, de certaines peintures ou encore de certains mastics de joints de radiateurs fabriqués dans des pays ne faisant pas partie de l'Union européenne et où la fabrication et l'utilisation d'amiante restent autorisées.

### Comment vérifier la présence d'amiante ?

La plupart du temps, la présence de fibres d'amiante dans un matériau est confirmée par une **analyse en laboratoire**. L'échantillonnage doit être réalisé de manière à éviter au maximum la libération de poussière dans l'air. C'est pourquoi il est recommandé de proscrire les outils de forage et de sciage, et d'humidifier la zone de prélèvement au moyen d'un vaporisateur, par exemple. Une fois prélevés, les échantillons sont placés dans un double sachet hermétique et correctement étiquetés avec indication de la zone de prélèvement. Cette dernière est, de préférence, colmatée à l'aide d'une bande adhésive ou de tout autre moyen permettant de la masquer.

### Faut-il retirer l'amiante ?

Il n'existe en Belgique **aucune obligation** pour les propriétaires et les entrepreneurs de retirer l'amiante découvert sur chantier. Le désamiantage est cependant vivement conseillé lorsqu'un risque de dégagement de fibres est réel. Dans ce cas, des dispositions sont à prendre conformément à la section X de l'arrêté royal du 16 mars 2006 relatif à la protection des travailleurs contre les risques liés à l'exposition à l'amiante.

### Qui peut retirer l'amiante ?

Toute personne réalisant des travaux de désamiantage doit avoir suivi une **formation adéquate**. La durée de cette formation dépendra du type d'amiante (lié ou non) à retirer, mais également de la concentration de fibres d'amiante dans l'air et de la méthode de désamiantage utilisée. Dans la majorité des cas, les travaux de démolition et de retrait de l'amiante ne sont autorisés que par des firmes agréées (voir la **liste** sur le site du SPF Emploi, Travail et Concertation sociale).

Lorsque la concentration de fibres dans l'air est inférieure à 0,01 fibre/cm<sup>3</sup> et que les matériaux amiantés sont non friables et non endommagés, le désamiantage peut être effectué selon la méthode dite en traitement simple. Les travailleurs devront pour cela avoir suivi une formation de huit heures avec une mise à niveau annuelle. Sans cette formation, ils ne peuvent en aucun cas intervenir.

### Certains travaux sont-ils autorisés sur les toitures amiantées ?

**Installer des panneaux solaires** sur une toiture en amiante-ciment est contraire aux principes de l'arrêté



### 2 | Désamiantage en cours d'une couverture constituée d'éléments en amiante-ciment.

royal du 16 mars 2006. De façon plus générale, l'installation d'équipements ou la création de traversées dans des toitures amiantées est à proscrire pour les raisons suivantes :

- il est relativement difficile de garantir la non-dégradation des matériaux de couverture lors de l'intervention, ce qui impose, entre autres, la prise de précautions considérables
- les Régions ont actuellement pour ambition de retirer les matériaux amiantés 'à risque' par le biais de nouvelles mesures. L'objectif en Flandre est, notamment, d'éliminer l'ensemble de ces éléments d'ici 2040.

Les collaborateurs de la division 'Avis techniques et consultancy' sont également fréquemment questionnés sur la possibilité de **débarrasser les toitures des mousses**, qui leur confèrent un aspect peu esthétique. La réponse est très simple : tout démoussage d'une toiture amiantée est interdit, même sans rinçage à haute pression.

Concernant les dispositifs visant à **recupérer l'eau de pluie**, rappelons que celle-ci ne peut, en aucun cas, être utilisée comme eau potable et sanitaire. Par principe de précaution, il est fortement déconseillé de récolter l'eau de pluie à partir d'une toiture en amiante-ciment pour arroser les plantes ou laver le linge. La quantité de fibres présentes dans l'eau récupérée dépend en grande partie de l'état des tôles ou des ardoises ainsi que de leur ancienneté. L'utilisation d'un filtre pourrait être envisagée pour réduire les risques de contamination, mais son entretien devrait alors être réalisé par une entreprise agréée. ◆



# Comment garantir l'isolation acoustique des plafonds suspendus ?

Les immeubles de bureaux disposent très souvent de plafonds suspendus. Ces derniers ont toutefois un impact considérable sur l'isolation acoustique entre locaux adjacents. Quelles sont les mesures à prendre afin d'éviter un manque de confort ?

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

L'audibilité et l'intelligibilité des conversations entre bureaux contigus dépendent non seulement de l'**isolation acoustique *in situ***, mais aussi du **bruit de fond** régnant dans le local de réception. Plus l'isolation acoustique ou le bruit de fond augmente, plus l'audibilité et l'intelligibilité des conversations dans la pièce voisine diminuent (voir tableau A).

L'isolation acoustique *in situ* globale entre deux bureaux n'est pas uniquement déterminée par les performances d'isolation acoustique de la cloison, mais également par celles du système de plafond suspendu et de son mode de fixation (voir NIT 232).

Pour obtenir l'isolation acoustique souhaitée (voir tableau A), il convient de choisir une cloison séparative ainsi qu'un système de plafond appropriés. L'élément le plus faible détermine en effet l'isolation acoustique globale.

Le tableau B à la page suivante permet d'observer l'impact de certains paramètres sur l'isolation acoustique *in situ* (globale). Il en ressort que les principaux facteurs d'influence sont le type de plafond, l'épaisseur de la barrière acoustique et la présence d'un matelas absorbant dans le plénum.

Il convient de veiller particulièrement à l'insonorisation de la

**A** | Perception des conversations dans une pièce adjacente en fonction de l'isolation acoustique globale et du bruit de fond du côté réception.

| Isolation acoustique <i>in situ</i> globale souhaitée | Cloison requise (sans plafond suspendu) | Perception d'une conversation normale à partir d'une pièce adjacente en fonction du bruit de fond |                              |                 |
|---|---|---|------------------------------|-----------------|
|   |   | 25 dB   | 35 dB                        | 45 dB           |
| 35 dB   |   | Bien intelligible   | Un peu intelligible          | Un peu audible  |
| 40 dB   |   | Intelligible  | Audible, mais inintelligible | A peine audible |
| 50 dB   |   | Audible, mais inintelligible  | A peine audible              | Inaudible       |
| 60 dB   |   | A peine audible   | Inaudible                    | Inaudible       |


**B** | Impact de diverses adaptations apportées à l'isolation acoustique *in situ* entre deux bureaux dotés d'un plafond suspendu.

| Paramètre   | Situation initiale (29 dB)   | Adaptation  | Impact   |
|---|--|---|--|
| Type de plafond et mode de fixation                                   | Panneaux poreux sur ossature (panneaux de laine minérale 60 x 60 cm, p. ex.) | Plaques jointoyées (plaques de plâtre de 12,5 mm d'épaisseur, p. ex.) continues avec une entaille au-dessus de la cloison ou interrompues par la cloison  | + 21 dB  |
| Masse surfacique des panneaux (ou des plaques de plafond)             | Panneaux d'une masse $\geq 4,5$ kg/m <sup>2</sup> sur ossature               | Panneaux d'une masse $\geq 8$ kg/m <sup>2</sup>   | + 5 dB   |
|   |  | Plaques jointoyées : une plaque supplémentaire de part et d'autre de la cloison   | + 5 dB   |
| Matelas absorbant au-dessus des panneaux (ou des plaques de plafond)  | Aucun matelas absorbant  | Panneaux sur ossature : matelas de laine minérale de 4 à 5 cm d'épaisseur <sup>(1)</sup>  | + 10 à 12 dB   |
|   |  | Plaques jointoyées continues avec une entaille au-dessus de la cloison ou interrompues par la cloison : matelas en laine minérale de 4 à 5 cm d'épaisseur | + 2 à 3 dB   |
| Hauteur du plénum   | 20 cm  | + 10 cm   | -1 dB par 10 cm supplémentaires                                    |
| Barrière acoustique obturant l'espace entre la cloison et le plancher | Aucune barrière acoustique   | 2 x 4 cm de laine minérale <sup>(2)</sup>   | + 7 dB   |
|   |  | Plaque de plâtre (12,5 mm) / laine minérale (5 cm) / plaque de plâtre (12,5 mm)   | + 13 dB  |
|   |  | Cloison prolongée jusqu'au plafond de la structure  | Isolation acoustique maximale = isolation acoustique de la cloison |

<sup>(1)</sup> Si le matelas absorbant ne recouvre pas toute l'ossature, une correction de -4 dB doit être appliquée.  
<sup>(2)</sup> Ces panneaux sont appliqués en deux couches croisées, munis de préférence d'un revêtement en aluminium et collés de manière à assurer l'étanchéité à l'air.

jonction entre le plafond suspendu et la cloison qui sépare les deux bureaux. Ainsi, tous les interstices éventuels doivent être obturés à l'aide de matériaux poreux souples et/ou de mastic élastique. La présence d'éléments d'éclairage ou de ventilation mal obturés peut réduire l'isolation acoustique de 10 dB, par exemple.

Le choix de la barrière acoustique est à effectuer en tenant compte des éventuelles exigences en matière d'incendie. Toutes les traversées de conduites doivent être soigneusement étanchéifiées de manière à assurer la sécurité incendie (voir [NIT 254](#)).

Enfin, les bruits indirects qui contournent éventuellement les cloisons via les conduits de ventilation peuvent être atténués en prévoyant un ou plusieurs silencieux au droit des cloisons ou dans les bouches de ventilation (voir [NIT 258](#)). ◆

*Cet article a été rédigé dans le cadre des projets 'Innovative details in de binnenaafwerking (IDEA)' et 'Integrating lightweight concepts in acoustical standardization (A-LIGHT II)'; subsidiés respectivement par VLAIO et le SPF Economie.*

## Exemple

Imaginons une cloison permettant d'obtenir une isolation acoustique de 60 dB (voir tableau A) ainsi qu'un plafond suspendu tel que décrit dans la situation initiale du tableau B. Si l'on remplace les panneaux du plafond par un matériau plus lourd ( $\geq 8$  kg/m<sup>2</sup>) (+ 5 dB) et si l'on applique dans le plénum un matelas de laine minérale continu sur 4 cm d'épaisseur (+ 10 dB) ainsi qu'une barrière acoustique composée de 2 x 4 cm de laine minérale (+ 7 dB), on obtient alors une isolation globale de 51 dB (29 + 5 + 10 + 7). Toutefois, si l'on remplace le système de panneaux poreux par une double couche de plaques de plâtre (+ 21 dB + 5 dB), que l'on réduit la hauteur du plénum à 10 cm (+ 1 dB) et que l'on prévoit une barrière acoustique constituée de deux plaques de plâtre de 12,5 mm d'épaisseur et de 5 cm de laine minérale entre ces plaques (+ 13 dB), l'isolation globale pourrait atteindre 69 dB (29 + 21 + 5 + 1 + 13). Cependant, comme cette valeur ne peut jamais dépasser celle de l'isolation acoustique de la cloison, l'isolation globale sera ramenée à 60 dB.



# Nouvelles technologies et entretien des bâtiments

Le coût total d'un bâtiment au cours de son cycle de vie doit intégrer non seulement les coûts de construction initiaux, mais également les frais inhérents à l'entretien. Pour pouvoir mieux contrôler ces frais, il est nécessaire d'adopter une approche professionnelle efficace de l'entretien et de la gestion des bâtiments. Les nouvelles technologies (capteurs, drones, logiciels avancés, ...) peuvent jouer un rôle important à cet égard.

*R. Decuyper, ir., chef de projet, laboratoire 'Solutions durables et circulaires', CSTC*

## 1 Maintenance par capteurs

Pour qu'un bâtiment soit entretenu efficacement et continue de répondre aux exigences de ses utilisateurs et de ses propriétaires, il est nécessaire d'établir une **stratégie claire**. Le seul entretien curatif, qui consiste à ne s'attaquer au problème que lorsqu'il survient, est dans bien des cas insuffisant.

En planifiant des inspections régulières et en assurant un entretien préventif, il est généralement possible de réduire les coûts et de faire en sorte que le bâtiment réponde toujours aux besoins.

### 1.1 Vers une maintenance prédictive

Déterminer la fréquence de l'entretien préventif n'est pas chose aisée. Il faut en effet mettre en balance le coût qu'engendrerait des entretiens trop fréquents avec le risque de pannes et les frais qui en résulteraient.

Pour bon nombre d'installations, la fréquence d'entretien est largement déterminée par la durée d'utilisation. Il est donc possible de planifier les opérations de maintenance en fonction de l'utilisation réelle. C'est ce qu'on appelle la **maintenance basée sur l'usage**.

Pour optimiser davantage encore la planification de la maintenance, on peut également tenter d'anticiper les défauts susceptibles de se manifester, en mesurant minutieusement certains paramètres essentiels. On parle alors de **maintenance prédictive ou de maintenance basée sur les conditions**.

Par exemple, l'entretien d'une porte automatique peut être programmé en fonction de son utilisation réelle (mainte-

nance basée sur l'usage). Pour ce faire, on peut utiliser un capteur qui enregistrera la fréquence d'ouverture et de fermeture de l'élément. Ainsi, une porte que l'on utilise souvent sera entretenue plus régulièrement. Si l'on souhaite entretenir cette porte de manière prédictive, on peut, par exemple, contrôler le temps qu'il lui faut pour s'ouvrir. Un délai d'ouverture de plus en plus long peut être le signe d'une usure et de la nécessité d'un entretien.

### 1.2 Maintenance des éléments constructifs

Bien que la maintenance pilotée par capteurs vise essentiellement les installations techniques, elle offre également de nombreuses possibilités d'application pour les éléments de construction. Par exemple, des capteurs installés dans une toiture plate ou dans des avaloirs permettront de contrôler la quantité de neige ou d'eau présente, de manière à éviter une surcharge ou à détecter une obstruction. Dans des structures en bois, des capteurs d'humidité pourront, quant à eux, aider à signaler des problèmes et donc éviter des dégradations prématurées du bois.

S'il n'est pas encore possible de détecter des fuites en toiture au moment où elles se produisent, une telle approche semble réalisable sur des toitures végétalisées grâce à une mesure de la résistance électrique entre la sous-couche et le substrat. Cette résistance serait en effet influencée par les perforations présentes dans le film non conducteur.

## 2 Télémaintenance

De plus en plus connectés à Internet ('Internet des objets'), les bâtiments et les installations équipés de capteurs peuvent



Renson

Connectées à Internet, les installations peuvent être suivies à distance et leurs paramètres peuvent, dans certains cas, être ajustés.

aussi être suivis à distance et peuvent, dans certains cas, être adaptés ou régulés (voir photo ci-dessus).

Cela permet à l'entrepreneur de diagnostiquer le problème depuis son bureau, ce qui lui évite des déplacements souvent inutiles. De son côté, le technicien peut régler les paramètres d'une installation à partir de son ordinateur pour remédier (temporairement) à une panne et déterminer si des pièces de rechange sont nécessaires. Il pourra ainsi se préparer au mieux avant de se rendre chez le client.

### 3 Autres technologies d'inspection

Bien que les bâtiments soient suivis en permanence par un nombre croissant de capteurs, une inspection approfondie sur place reste indispensable avant de pouvoir effectuer un entretien complet. Pour mener ces contrôles de manière efficace, fiable et objective, on a de plus en plus souvent recours aux nouvelles technologies.

L'usage de **drones** équipés de caméras ordinaires ou de caméras infrarouges permet, par exemple, de réaliser

une inspection visuelle et thermographique dans des zones difficiles d'accès. Ces engins sont aussi capables d'effectuer de simples tâches d'entretien, telles qu'un nettoyage de façade, voire de détecter des dommages aux éléments de construction par une analyse automatique d'images.

Enfin, la **réalité augmentée** (RA) et la **modélisation des informations du bâtiment** (BIM) peuvent également se révéler utiles pour une approche plus intelligente de l'entretien et de la gestion des bâtiments.

### 4 Nécessité d'une collaboration étroite

Si l'éventail des technologies intelligentes peut aider les entrepreneurs à rendre l'entretien des bâtiments plus efficace et plus qualitatif, une collaboration étroite entre les différentes parties n'en demeure pas moins indispensable, notamment entre les entrepreneurs et les développeurs de ces technologies nouvelles. Une collaboration que le cluster *Smart Buildings In Use* du CSTC s'attache à encourager. ●

## Smart Buildings In Use

Soutenu par VLAIO, le cluster *Smart Buildings In Use* ([www.smartbuildingsinuse.be](http://www.smartbuildingsinuse.be)) réunit entrepreneurs, gestionnaires de bâtiments, fabricants et intégrateurs de nouvelles technologies, dans le but d'aider les entreprises à adopter les innovations dans leur pratique quotidienne en créant des opportunités de collaboration.

# Le BIM en phase d'exploitation du bâtiment ? Cela en vaut la peine !

Pour les gestionnaires de bâtiments, l'utilisation du BIM pour optimiser leurs processus internes ou améliorer leur collaboration avec les autres partenaires ne relève pas encore de l'évidence. Pourtant, cette application a de nombreuses possibilités à offrir. C'est ce que peut révéler une analyse de rentabilisation.

*S. Mostmans, arch., conseiller principal, division 'Construction digitale', CSTC*

## Que peut apporter le BIM à la gestion des bâtiments ?

La gestion des bâtiments (ou *facility management*) implique de gérer l'ensemble des processus, des ressources (bâtiments, véhicules et autres biens, par exemple) et des services utilisés par une entreprise pour mener ses principales activités. Il s'agit non seulement de l'achat et de l'entretien des bâtiments, mais aussi de la logistique (gestion des stocks et livraisons en provenance et à destination du bâtiment, par exemple), de la sécurité ou des TIC (technologies de l'information et de la communication).

Le BIM (*Building Information Management*) permet au gestionnaire de tenir à jour et de gérer toutes sortes d'informations relatives à un bâtiment :

- celles concernant les éléments qui le constituent (locaux, espaces de travail et appareils, par exemple)
- celles stipulant de quelle façon, par qui et à quel moment le bâtiment, les locaux et les espaces de travail sont utilisés

- celles liées au confort (température, lumière et qualité de l'air, par exemple).

Ces informations peuvent provenir de documents (numériques) tels que des plans, des fiches et des guides techniques, ou être générées durant le cycle de vie du bâtiment et être associées au modèle BIM avec ou sans l'aide d'un système de gestion des installations (*Facility Management Information System* ou FMIS).

Ces données (dont le dossier d'intervention ultérieure) peuvent s'avérer utiles durant l'entretien du bâtiment, sa réparation, sa transformation ou sa démolition.

## Évaluer les informations

Vu le temps et coût nécessaires pour collecter et tenir à jour les informations relatives à un bâtiment, le gestionnaire doit se demander quelle est la meilleure manière de gérer ces

*Une analyse de rentabilisation permet de rassembler toutes les informations nécessaires pour prendre une décision motivée.*

données et s'il est vraiment intéressant d'investir dans un modèle BIM. Une **analyse de rentabilisation** peut l'aider dans sa réflexion.

Une telle analyse permet de rassembler toutes les informations nécessaires pour prendre une décision motivée et pour déterminer qui sont les parties intéressées, quelles sont leurs attentes et la manière d'y répondre. On pourra également examiner comment le projet s'inscrit dans la stratégie générale de l'entreprise et analyser le rapport coûts/bénéfices pour divers scénarios.

Une analyse de rentabilisation est également utile lorsqu'il faut choisir parmi différentes solutions et résoudre d'éventuels problèmes au préalable. Les différentes parties intéressées ont en outre la possibilité de tester en continu la pertinence d'intégrer la gestion du bâtiment au modèle BIM.

### La gestion du bâtiment, plus tard ou dès à présent ?

Notons que le BIM offre des avantages considérables également en dehors de la gestion de l'immeuble. Ainsi,

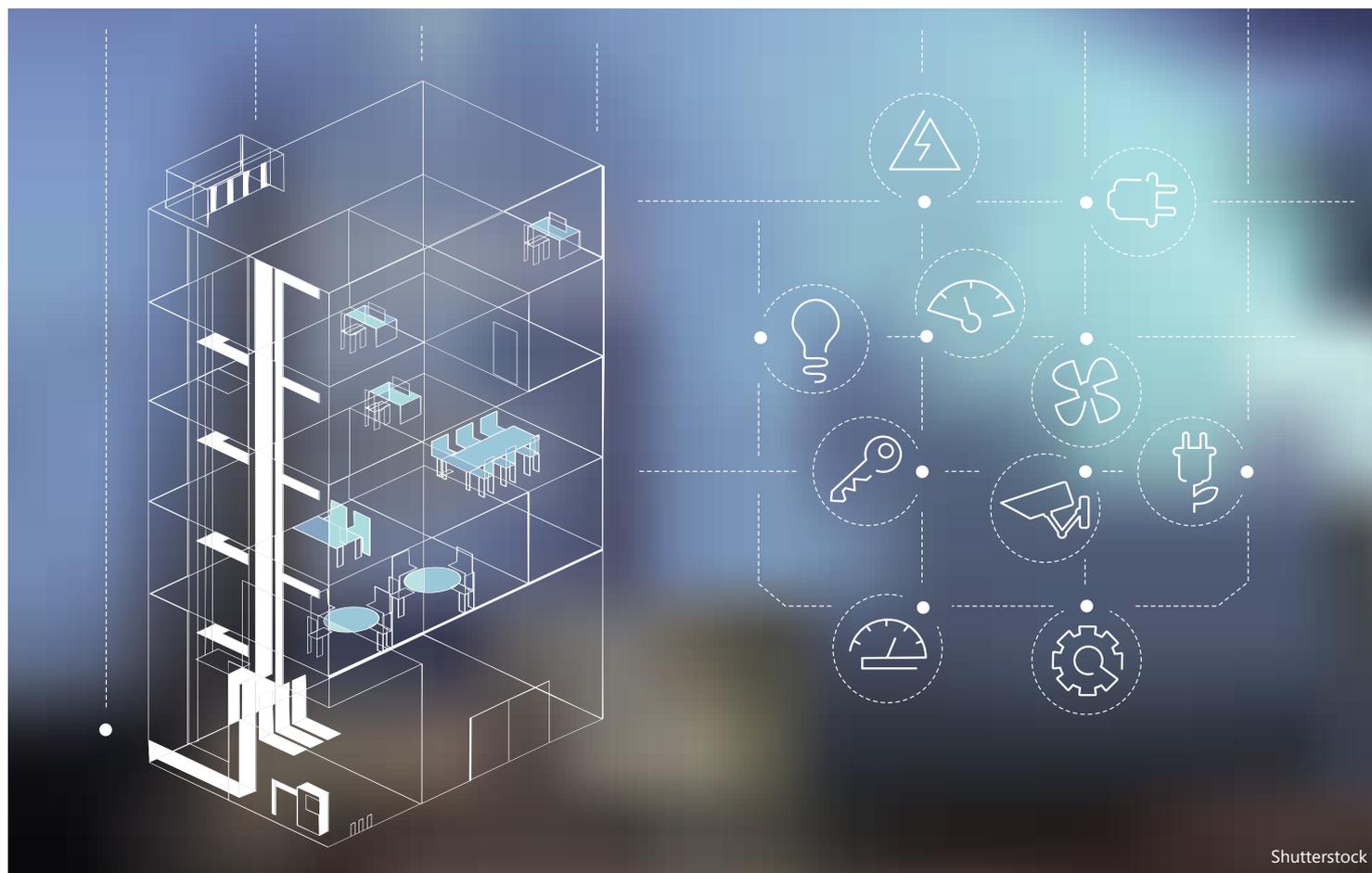
d'importantes économies peuvent être réalisées à long terme en consultant ou en impliquant le gestionnaire dès la phase de conception.

Durant la phase de construction, le BIM peut aussi contribuer à ce que les projets soient livrés à temps, dans les limites du budget et dans de bonnes conditions, et à ce que le gestionnaire dispose toujours d'informations structurées concernant le bâtiment, et ce grâce à un modèle *as-built* développé et actualisé comme il se doit.

Le gestionnaire peut également recourir au BIM pendant l'utilisation du bâtiment, afin d'optimiser ses processus.

Concernant l'entretien de l'ouvrage, de nombreuses économies pourraient encore être réalisées en procédant à certaines modifications dès la phase de conception. L'entretien sera d'ailleurs effectué plus rapidement et plus efficacement si l'on dispose d'un accès immédiat aux bonnes informations.

Enfin, le propriétaire ou l'utilisateur final retirera, lui aussi, certains avantages à utiliser le BIM pour la gestion de l'immeuble. En général, cela se traduit par un niveau de confort ou un taux d'occupation plus élevé. ◆



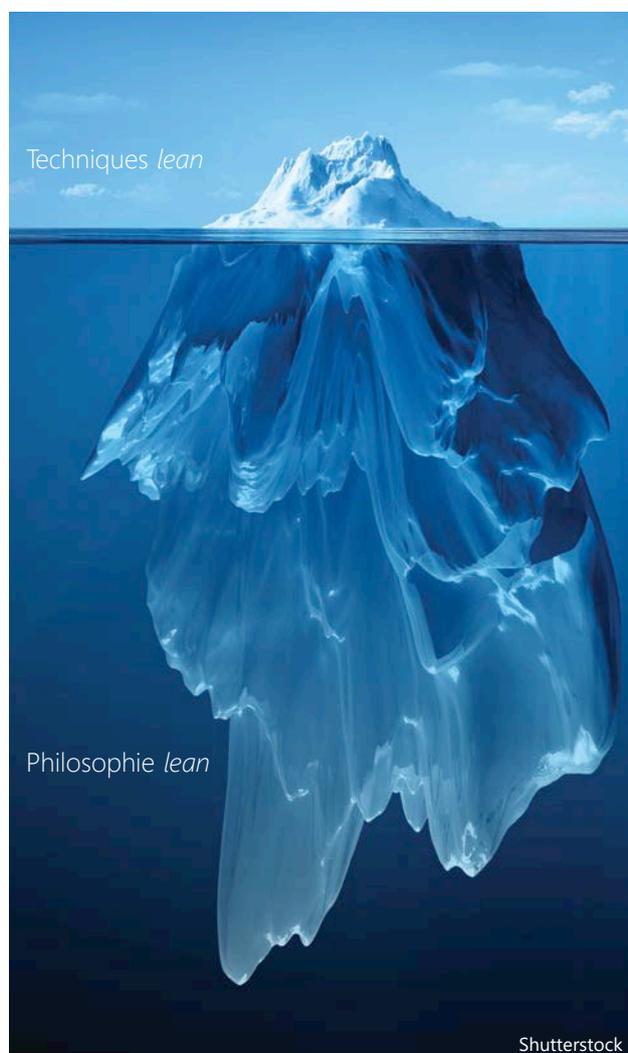
Shutterstock



# Construire avec le *lean*, construire plus malin

Qui souhaite construire plus intelligemment a tout intérêt à appliquer les principes du *lean*. Cette philosophie de gestion a pour objectif d'identifier ce qui constitue une valeur ajoutée pour le client, d'éliminer les gaspillages, de mettre en place un processus de travail fluide, de réaliser le travail réellement demandé par le client et d'améliorer les méthodes de travail en continu.

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



1 | L'atout essentiel de la philosophie *lean* ne sera évident que lorsque l'amélioration continue fera partie de la culture de l'entreprise.

## 1 La culture *lean*

Le constructeur automobile Toyota a été le tout premier à mettre en pratique les principes du *lean*. Depuis lors, de nombreux autres secteurs les ont adoptés à leur tour. L'enthousiasme a gagné également le secteur de la construction, où le doute subsistait quant à la possibilité d'appliquer cette philosophie de production.

La philosophie *lean* porte essentiellement sur une amélioration continue de l'organisation et à tous les niveaux de l'entreprise. Cette adaptation n'est toutefois possible que si le potentiel de tous les collaborateurs est pleinement exploité. Transparence, implication et processus décisionnel sont les quelques mots-clés de cette philosophie.

## 2 Les techniques *lean*

Les techniques *lean* permettant de mettre en pratique le principe de l'amélioration continue sont nombreuses. Un premier ensemble de techniques est principalement dédié au développement de **méthodes de travail fiables** grâce auxquelles l'entrepreneur ne doit plus agir constamment dans l'urgence et peut organiser ses activités sans être confronté à de trop grandes surprises. Ces techniques permettent en outre de mettre en place un environnement de travail propre et organisé (voir [Les Dossiers du CSTC 2018/2.15](#)) et d'élaborer un planning tenu conjointement par les différents protagonistes. Un second ensemble de techniques a pour objectif l'**amélioration continue**. Il existe ainsi bon nombre d'outils servant à visualiser les processus et les gaspillages, identifier les causes d'un problème, dégager des solutions éventuelles et définir des priorités.

Il faut cependant veiller à ne pas tomber dans le piège. En effet, bien que les techniques *lean* soient souvent appliquées avec enthousiasme et que les premiers résultats positifs soient parfois visibles relativement tôt, il arrive fréquemment que le moteur se mette à crachoter par la suite. Cela est

Talents  
inexploités

Stockage



Déplacements



Attentes



Transports



Non-qualité



Surproduction



Sur-qualité

## 2 | Les différents types de gaspillages.

généralement dû au fait que le changement de mentalité ne s'est pas opéré, car la technique *lean* aura été abordée comme un projet ponctuel et non dans un contexte d'amélioration continue (voir figure 1 à la page précédente). Il est essentiel de retenir qu'il ne suffit pas simplement d'implémenter la philosophie *lean* : celle-ci doit se développer jusqu'à **faire partie de la culture même de l'entreprise**.

## 3 Les principes du *lean*

### 3.1 Identifier la valeur ajoutée pour le client

Créer de la valeur autant que possible dans tout ce que l'on fait pour le client, voilà un premier principe important de la philosophie *lean*. Cela ne concerne pas uniquement le client final (autrement dit le maître d'ouvrage ou le donneur d'ordre), mais bien le processus tout entier, lequel est marqué par une succession d'exécutants. La question à se poser est la suivante : à quoi les clients – internes ou externes – accordent-ils de la valeur ?

### 3.2 Eliminer les gaspillages

On peut distinguer deux catégories d'activités : celles qui ont de la valeur aux yeux du client, et celles qui n'en ont pas. Cette dernière catégorie correspond à celle des gaspillages. Pour savoir si une action a de la valeur ou s'il s'agit d'un gaspillage, il convient de se poser les questions suivantes :

- le client est-il prêt à payer ou à patienter pour cette action ?
- permet-elle de compléter ou d'achever le produit ou le service ?
- a-t-elle été réalisée correctement du premier coup ?

S'il est possible de répondre par l'affirmative à chacune de ces questions, cela signifie que l'action a de la valeur. Sinon, il y a gaspillages. Certains gaspillages sont toutefois inévitables. On les appelle les 'gaspillages utiles'.

Les gaspillages peuvent être subdivisés comme suit (voir figure 2) :

- la non-exploitation du talent des collaborateurs
- le stockage et son impact financier et organisationnel

- les déplacements inutiles des collaborateurs
- les attentes dues, par exemple, à l'indisponibilité du matériel, des matériaux ou des collaborateurs
- le transport des matériaux, des machines et des collaborateurs
- le travail à refaire (travaux non fournis, non-respect des tolérances, ...)
- la surproduction (réalisation de travaux supplémentaires sans approbation du client, nombre élevé de réunions et de rapports, ...)
- la sur-qualité (excès de contrôles, ...).

Comme on peut le constater, les sources de gaspillage sont très nombreuses. Bien que cela puisse être difficile à admettre, elles sont presque toujours liées à la méthode de travail et non aux individus. La philosophie *lean* vise avant tout l'élimination des gaspillages et non l'amélioration de ce qui a déjà de la valeur.

### 3.3 Le flux

Le principe du flux repose sur le fait que le travail doit se dérouler autant que possible de façon ininterrompue. Pour ce faire, il faut cependant disposer de processus stables et fiables.

### 3.4 Le travail orienté 'demande'

Le quatrième principe place de nouveau le client au cœur des préoccupations. Il est question de travail orienté 'demande' lorsque les travaux sont initiés selon les indications ou les demandes du client. C'est ce qu'on appelle le flux tiré (*pull*). A l'inverse, le flux poussé (*push*) désigne la situation dans laquelle un producteur propose des biens et des services, dans l'hypothèse et l'espoir que ceux-ci correspondent aux attentes du client.

### 3.5 L'amélioration continue

Le défi le plus important réside dans l'amélioration continue de l'organisation. Celle-ci devrait être faire partie intégrante de la culture d'entreprise. 

# Pleins feux

## Concours Batibouw

Vous êtes venus nombreux à Batibouw pour découvrir notre nouveau stand, assister à l'une des présentations lors des journées professionnelles et participer à notre concours.

Les gagnants de ce concours ont été personnellement informés : il s'agit des entreprises **Vella Mario** à Anderlecht et **Frere interieur** à Haacht. Chacune a reçu un bon d'une valeur de 500 € à utiliser dans les magasins FACOM.

Le CSTC remercie tous les entrepreneurs ayant participé au concours et félicite les gagnants.



## Le CCTB s'enrichit de 200 nouvelles clauses techniques !

Le Cahier des Charges Types-Bâtiments 2022 tend à devenir la référence pour les marchés d'exécution des travaux de construction. Sous l'impulsion du Service public de Wallonie, le CCTB compte désormais 200 clauses supplémentaires.

En août 2017, le CSTC et ses partenaires (CCW, UWA, UMONS et l'entreprise de construction LIXON) se sont vu confier ce travail de rédaction. Le marché imposait en outre une relecture par des acteurs représentatifs du secteur.

Les 200 clauses techniques, préalablement identifiées comme prioritaires, sont réparties sur presque tous les tomes et ont donc requis la mobilisation d'une équipe pluridisciplinaire. Les tomes 2 (Éléments de structure) et 8 (Travaux de peinture) se sont ainsi enrichis respectivement de 57 et 52 articles.

Nul doute que ces compléments contribueront à améliorer la qualité, à optimiser les prescriptions techniques et à bien définir les travaux.

## Modification de l'arrêté royal relatif aux lieux de travail

En mars 2016 a été adopté l'arrêté royal fixant les exigences de base générales auxquelles les lieux de travail doivent répondre. Cet AR posait des exigences concernant les concentrations maximales autorisées de CO<sub>2</sub> dans les locaux de travail. Durant cette même année, de nombreuses organisations se sont montrées inquiètes quant à l'application de cet AR, qui concernait l'ensemble des locaux de travail (tant dans les nouveaux bâtiments que dans les bâtiments existants).

À l'issue d'une concertation avec de nombreuses parties prenantes et les autorités compétentes – à laquelle le CSTC a activement participé –, une adaptation de l'AR a été proposée. Publié au Moniteur belge le 21 mai 2019, ce nouvel AR doit offrir à toutes les parties impliquées (employeurs, investisseurs, concepteurs, exécutants, ...) la possibilité de rendre les locaux en question conformes aux exigences, et ce de façon réalisable. Une directive pratique, élaborée en parallèle, sera bientôt publiée sur le site du [SPF Emploi, Travail et Concertation sociale](#), où vous trouverez également d'autres informations utiles sur le sujet.

# Publications du CSTC



## Les Dossiers du CSTC

**2018/3.15** Liaison d'une paroi maçonnerie et d'une ossature en bois

## Notes d'information technique

**NIT 268** Le béton apparent



Ce document décrit l'ensemble du processus de conception, de réalisation et d'évaluation des constructions en béton apparent et se veut un complément à la norme NBN B 15-007.

Téléchargez ce document dans la rubrique 'Publications' sur [www.cstc.be](http://www.cstc.be).

## Rapport d'activités 2018



Vous trouverez ce document dans la rubrique 'Le CSTC' sur [www.cstc.be](http://www.cstc.be) ou en cherchant 'Rapport d'activités 2018' et 'CSTC' dans votre moteur de recherche.

## 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](http://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](mailto:publ@bbri.be)).

## Formations

- Pour plus d'informations au sujet des formations, veuillez contacter S. Eeckhout par téléphone (02/716.42.11) ou par e-mail ([info@bbri.be](mailto:info@bbri.be)).
- Lien utile : [www.cstc.be](http://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](http://www.cstc.be)



## 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