



**cstc.be**  
Recherche • Développe • Informe

# Contact

UNE ÉDITION DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION

2018/4



**Soil mix**  
p4-5

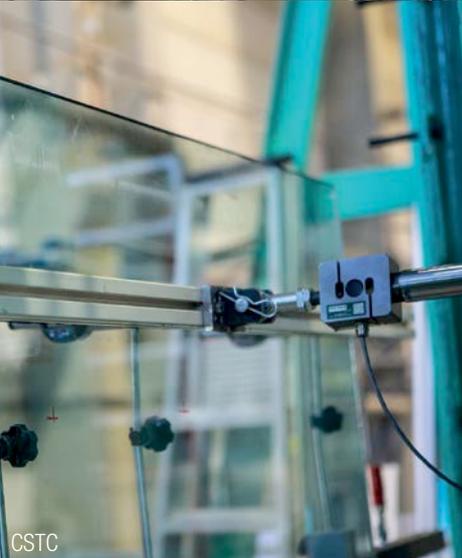
**Nattes de  
désolidarisation**  
p14-15

**Essai  
d'étanchéité  
et de pression**  
p20-21

**CPRO 2.0**  
p30



Shutterstock



CSTC



CSTC



CSTC

# Sommaire 2018/4

Montrer pour convaincre ..... 3



Le soil mix pour stabiliser les rives de l'Escaut ..... 4



Projets de rénovation énergétique moins coûteux avec Reno-Pro.be ..... 6



La toiture plate d'aujourd'hui, réserve en matériaux de demain ? ..... 8



Dimensionner les garde-corps : des essais de chocs, mais pas que ! ..... 10



La norme consacrée aux enduits intérieurs a été révisée ! ..... 12



Nattes de désolidarisation : que savons-nous aujourd'hui ? ..... 14

Pleins feux ..... 16



Finitions pour le bois extérieur : vers un classement basé sur le domaine d'application ... 18



Comment tester l'étanchéité des installations de chauffage ? ..... 20



Bien choisir son conduit de fumée métallique ..... 22



Maisons énergétiquement performantes : quelle est leur consommation réelle ? ..... 24



Quelles limites de bruits pour les pompes à chaleur ? ... 26



Comment identifier les compétences BIM ? ..... 28



Calculez vos coûts avec CPRO 2.0 ..... 30



# Montrer pour convaincre

C'est une évidence, les nouvelles technologies sont en train de révolutionner notre secteur. Si ces changements de fond ont déjà touché bon nombre de grandes entreprises, il n'en est pas de même pour la majorité des PME et TPE. Le temps et les moyens nécessaires à leur implémentation peuvent certainement expliquer ce retard, mais pour convaincre totalement, il faut **montrer concrètement ce que ces technologies peuvent apporter sur le terrain.**

C'est pour cette raison que votre Centre de recherche ambitionne de dédier **deux espaces à la démonstration**. Le premier se situera à **Woluwe-Saint-Etienne** et regroupera des technologies comme le BIM, les techniques de *scanning 3D*, la réalité virtuelle et augmentée ou encore les drones. Quant au second, on envisage de l'installer à la station expérimentale de **Limelette** et d'y abriter les technologies de robotisation et d'industrialisation comme l'impression 3D. Le secteur pourrait ainsi disposer de deux centres de démonstration parfaitement complémentaires. Un *'hub mobile'* assurerait le lien, afin de rendre ces technologies déplaçables sur les chantiers et de démontrer en situation réelle leur efficacité.

Ces centres se veulent aussi être **des aides pour les organismes de formation, mais également pour les startups** qui auraient ainsi un matériel de pointe à leur disposition pour tester et développer leurs activités.

Ces outils de démonstration permettront donc l'illustration des technologies numériques les plus récentes qui peuvent impacter favorablement les différents métiers tout au long d'un projet de construction : impression 3D, chaînes de production robotisées, cobots, reconstruction 3D, drones, maquettes numériques BIM, objets communicants, réalité augmentée, ... Ils offriront également l'opportunité de les interconnecter en fonction des besoins du terrain.

Plusieurs instabilités et glissements de terrain ont été observés au cours des dernières décennies le long des rives de l'Escaut (voir figure 1). Un projet pilote a été initié dans le but d'évaluer la possibilité de renforcer les talus et digues concernés au moyen de la méthode soil mix décrite dans cet article.

## Le soil mix pour stabiliser les rives de l'Escaut

Les instabilités constatées le long des rives du fleuve semblent être liées à la **déformation d'une couche d'argile présente sur les différents sites touchés par le problème**. Cette couche, d'une épaisseur d'environ 3 m, affiche des caractéristiques de résistance très faibles. De plus, étant donné qu'elle est située en profondeur, il est impossible de stabiliser les talus en rétablissant une pente naturelle plus douce. Des mesures de stabilisation plus importantes s'avèrent donc nécessaires. Si plusieurs solutions sont envisageables, la méthode soil mix semble offrir le meilleur rapport qualité/prix.



1 | Fissures observées en tête d'une digue instable située le long de l'Escaut, à Melle.

### Méthode soil mix

La méthode soil mix consiste à traiter le sol en le mélangeant directement sur place et en profondeur à un liant de type ciment (le plus souvent) ou chaux (plus rare). Durant le broyage du sol au moyen d'une tête de forage ou d'une fraise, un coulis composé d'eau et de ciment est injecté et mélangé au sol. Le durcissement de ce mélange que l'on appelle 'matériau soil mix' entraîne la formation de colonnes ou de panneaux dans le sol (voir [Infofiches 56.5](#) et [56.6](#)).

Cette technique offre des avantages bien particuliers par rapport aux techniques

d'exécution plus courantes, notamment :

- l'**utilisation du sol comme matériau de construction** (la terre ne doit donc pas être évacuée du chantier)
- la **faible décompression du sol**, qui permet de travailler sans coffrage et à proximité de constructions existantes
- l'**absence de contraintes liées au trafic routier**, contrairement aux techniques traditionnelles, qui nécessitent un acheminement constant du béton
- l'**exécution sans rabattement de la nappe phréatique**
- l'**absence de vibrations notables** durant l'exécution.

### Renforcement des digues par la méthode soil mix

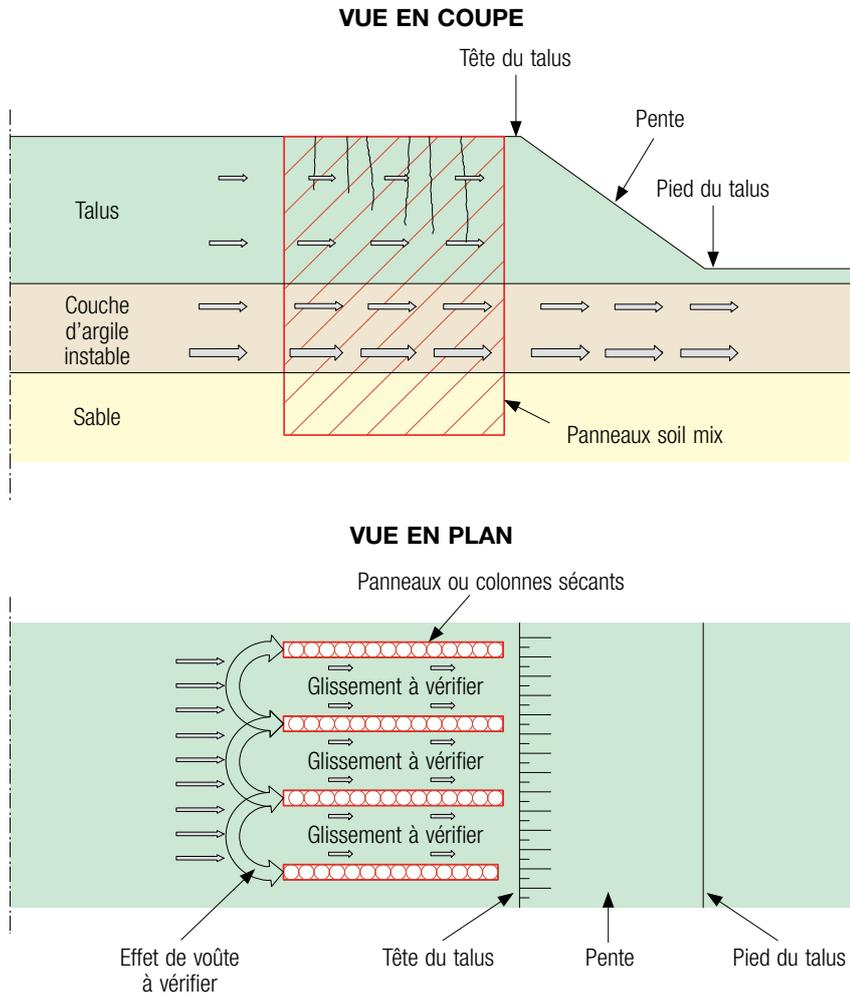
Afin de stabiliser les rives, l'une des alternatives étudiées par le Gouvernement flamand est d'installer des panneaux soil mix transversaux à travers la surface de glissement se développant sous le talus ou à travers la couche d'argile instable (voir figure 2 à la page suivante).

Cette technique est peu utilisée en Belgique. Pourtant, elle a depuis longtemps fait ses preuves, notamment aux Etats-Unis. Ainsi, après le passage de l'ouragan Katrina au-dessus de La Nouvelle-Orléans en 2005, les digues de protection de la ville ont été renforcées au moyen de nombreux panneaux soil mix pour en améliorer la stabilité.

**Le soil mix : une technique qui a fait ses preuves depuis plus de dix ans.**



## 2 | Principe de renforcement d'un talus au moyen de panneaux soil mix.



### Principe de renforcement

- Le panneau soil mix traverse la surface de glissement ou la couche instable.
- La résistance du panneau soil mix dans cette couche doit être contrôlée.

### Principe de renforcement

- Effet de voûte dépendant de la distance entre les panneaux.
- Vérification du glissement et de la résistance au cisaillement à l'interface entre le sol et le panneau soil mix.

### Projet pilote

Un projet pilote a été réalisé à Melle, au sud de Gand. L'objectif principal du projet était d'**étudier la faisabilité du traitement de l'argile incriminée au moyen de la méthode soil mix.**

Une **première phase** d'étude a été effectuée dans les laboratoires du CSTC afin d'examiner le comportement de l'argile une fois mélangée avec le ciment et durcie, et d'évaluer l'influence du dosage en ciment sur la résistance du matériau.

En novembre 2017, douze panneaux soil mix ont finalement été mis en œuvre sur les rives de l'Escaut par Soetaert nv (groupe Jan De Nul). L'objectif de cette **seconde phase** d'étude *in situ* était d'analyser l'influence de différents

paramètres d'exécution sur le résultat. Différents rapports eau-ciment ont été utilisés durant la campagne d'essais, plusieurs énergies de mélange ont été appliquées et différentes profondeurs de traitement ont été atteintes pour optimiser les propriétés mécaniques du matériau traité après durcissement.

Une campagne de carottage a été menée après quelques semaines et les échantillons de matériau soil mix prélevés ont été analysés au CSTC afin de déterminer les propriétés mécaniques de l'argile ainsi traitée.

Sur la base des résultats expérimentaux, la division géotechnique du Gouvernement flamand réalise actuellement des simulations par éléments finis dans le but de valider la solution de

renforcement des digues par la méthode soil mix.

Ce projet pilote vise donc à démontrer l'applicabilité de la méthode soil mix pour le renforcement des talus et des digues présentant en profondeur une couche d'argile de faible résistance mécanique. Les connaissances acquises dans le cadre de ce projet permettront de **déterminer la solution optimale pour renforcer plusieurs digues instables** situées le long de l'Escaut. |

*N. Denies, dr. ir., chef adjoint du laboratoire Géotechnique et monitoring, CSTC  
N. Huybrechts, ir., chef de la division Géotechnique, CSTC*



De plus en plus de personnes prennent conscience de l'importance de réduire la consommation énergétique de leur habitation. Il reste néanmoins difficile de les convaincre d'investir dans une rénovation énergétique complète. Reno-Pro.be est un outil en ligne qui permet de réduire les coûts d'un projet de rénovation et de démontrer au client l'utilité de son investissement.

## Projets de rénovation énergétique moins coûteux avec Reno-Pro.be

### Rénover un logement : un choix cornélien

Chercher à combiner au mieux différentes mesures de rénovation est un processus long et complexe. En effet, celles-ci ne peuvent pas être considérées indépendamment, mais doivent toujours être analysées en combinaison avec d'autres solutions. Procéder de la sorte permet de se faire une idée des coûts d'investissement et de la consommation énergétique du bâtiment. Les entrepreneurs, architectes et autres professionnels de la construction désireux d'aider leurs clients à trouver la meilleure combinaison de mesures de rénovation doivent par conséquent y consacrer beaucoup de temps et d'énergie. Il leur faut souvent, par exemple, comparer plusieurs calculs PEB, puis calculer avec un autre logiciel les coûts d'investissement et ceux liés aux consommations énergétiques.

### Reno-Pro.be : un outil convivial pour l'entrepreneur

L'outil Reno-Pro.be permet de comparer toutes les mesures de rénovation et d'opter pour la combinaison la plus économique. Comme tous les projets sont conservés dans un 'cloud', l'utilisateur peut y accéder en tout temps et en tout lieu, qu'il soit chez un client ou sur chantier.

Reno-Pro.be permet de comparer diverses mesures de rénovation et de choisir la combinaison la plus économique.





## Un exemple concret

Nous avons analysé une habitation ouvrière d'une surface au sol de 132 m<sup>2</sup> dont les murs creux et la toiture ont déjà été isolés et dont les fenêtres sont constituées d'un double vitrage.

Lors de la conception des travaux de rénovation, il a fallu répondre à de nombreuses questions, telles que :

- est-il intéressant financièrement d'isoler encore davantage les murs creux et les parties de toiture déjà isolés ?
- les fenêtres doivent-elles être remplacées ou vaut-il mieux consacrer ce budget à l'isolation du plancher ?
- est-il préférable d'investir dans une régulation à la demande du système de ventilation ou dans une chaudière à condensation plus économique ?
- le budget est-il suffisant pour installer des panneaux solaires ?

En comparant les différentes combinaisons de mesures de rénovation avec l'outil [Reno-Pro.be](#), il est possible de **réduire chaque année la facture énergétique de 130 € par rapport au projet initial, et ce pour le même budget d'investissement**. Le client est donc gagnant financièrement et mieux protégé contre des augmentations du prix de l'énergie. La valeur de vente de son habitation peut également être revue à la hausse.

Pour pouvoir commencer à utiliser l'outil, on introduit tout d'abord les **dimensions de l'habitation** : les surfaces brutes de l'enveloppe extérieure (murs extérieurs, toitures, planchers, ...), des fenêtres et des portes extérieures.

On indique ensuite les éléments de construction à rénover ou à conserver et on choisit une composition de paroi ou une mesure de rénovation spécifique. [Reno-Pro.be](#) propose à cet effet une **bibliothèque de mesures** dans laquelle figurent les propriétés génériques des matériaux. Il est dès lors possible d'avoir une première estimation des retours sur investissements attendus.

L'utilisateur est toutefois explicitement encouragé à **vérifier les prix d'un œil critique** avant de les présenter au client. En effet, les résultats n'ont de sens que si les prix sont adaptés au contexte spécifique du projet et aux matériaux que le client souhaite utiliser.

### Estimation réaliste de la consommation énergétique

La consommation d'énergie dépend non seulement de l'épaisseur d'isolation dans les murs, mais aussi du **comportement des occupants**.

L'outil [Reno-Pro.be](#) tient compte de ce paramètre en considérant **trois scénarios différents**. La consommation

énergétique est ainsi calculée pour :

- un 'occupant moyen', qui parvient à obtenir un bon équilibre entre confort et économie d'énergie
- un résident qui apprécie un peu plus de confort, allume plus souvent le chauffage, le règle à une température plus élevée et souhaite également chauffer les chambres
- un profil 'confort faible', qui s'applique aux occupants souvent absents ou ayant tendance à baisser le thermostat.

Ces divers calculs permettent aux professionnels de **délivrer des conseils adaptés à leurs clients**.

### Toute la maison passée au crible

Pour obtenir le plan de rénovation le plus optimal, il faut examiner l'ensemble de la maison : de la postisolation des murs, des planchers et des toitures au remplacement des fenêtres et de l'installation de chauffage ou d'eau chaude, en passant par l'installation d'un système de ventilation, le traitement des ponts thermiques et l'amélioration de l'étanchéité à l'air.

### Aspects non financiers

Conçu pour optimiser un projet de rénovation d'un point de vue financier, [Reno-Pro.be](#) se révèle surtout utile

pour les clients soucieux de leur facture d'énergie. Il n'empêche que les propriétaires qui souhaitent rénover leur habitation pour des raisons strictement écologiques peuvent, eux aussi, tirer avantage de cet outil. L'optimisation des mesures permet en effet de **réduire encore plus sa consommation énergétique pour un même budget**.

Il ne faut cependant pas omettre les aspects non financiers liés à la rénovation. Pour donner un exemple, le traitement des ponts thermiques n'est peut-être pas rentable dans certains cas, mais il reste nécessaire pour éviter la condensation et la formation de moisissures. **Les résultats de Reno-Pro.be doivent dès lors toujours être comparés à ceux d'autres analyses**. L'outil de diagnostic et le **guide de conception**, tous deux développés dans le cadre du projet RenoFase, peuvent s'avérer très utiles à cet égard. |

*R. Decuypere, ir. chef de projet, laboratoire Développement durable, CSTC*

*L'outil Reno-Pro.be (disponible en français prochainement) a été développé dans le cadre du projet RenoFase, avec le soutien financier de VLAIO, et est finalisé dans le cadre de la Kennisplatform Woningrenovatie.*

Nous prenons de plus en plus conscience que nos ressources en matières premières ne seront pas inépuisables. Celles destinées aux matériaux de couverture ne font pas exception. L'économie circulaire aborde cette problématique en considérant les matériaux d'aujourd'hui comme les matières premières de demain. Cette approche n'implique pas uniquement le recyclage des déchets, mais également une réflexion sur les défis et les possibilités à venir.

## La toiture plate d'aujourd'hui, réserve en matériaux de demain ?

### Economie circulaire : bien plus que du recyclage

En Belgique, le secteur de la construction est responsable d'environ 30 % de la production de déchets. Bien que le recyclage y soit déjà bien organisé, celui-ci entraîne certains **défis et problèmes** spécifiques au secteur des étancheurs :

- la qualité technique de l'ancien matériau doit être évaluée (contient-il du goudron ? est-il suffisamment pur ? ...)
- vu le cadre normatif actuel, les possibilités de réutilisation dans de nouveaux produits sont limitées
- le coût du recyclage doit être comparé à celui des matières premières.

De **meilleures techniques de recyclage** (voir figure 1) et une **logistique plus intelligente** permettraient d'apporter partiellement des solutions.

### Conception et exécution démontables

Au moment de lancer de nouveaux projets, certains choix devraient être effectués, afin de faciliter une réutilisation des matériaux. En d'autres termes, il faudrait accorder plus d'attention au démontage, ou démantèlement, une approche appelée aussi **Design for disassembly**.

De nos jours, l'étanchéité de la toiture est souvent collée au support (isolation



1 | La démolition sélective d'une toiture permet de recycler davantage.

ou structure porteuse). Or, il n'est pas toujours évident de séparer l'étanchéité de l'isolation ou de la structure sous-jacente lorsqu'elle a atteint la fin de sa durée de vie et qu'elle est inévitablement couverte de résidus de colle et d'isolant. Certaines techniques consistent cependant à assurer l'adhérence de l'étanchéité par un assemblage 'sec' ou à mettre en œuvre une étanchéité 'démontable'. On peut ainsi choisir un système d'étanchéité en **pose libre** (lestage, voir figure 2) ou **fixé mécaniquement** au complexe toiture. Bien que ces techniques

soient déjà couramment employées pour les parties courantes, elles ne le sont pas encore pour les relevés. Les avantages seraient pourtant nombreux.

D'autres **solutions innovantes** voient également le jour, notamment des colles réversibles et de nouveaux systèmes de fixation mécanique du revêtement à l'aide de câbles, de crochets et de fixations autoagrippantes. Bien que ces innovations soient peu mises en pratique, elles peuvent inspirer des applications futures.



## Perspectives d'avenir

Étant donné que les matériaux posés aujourd'hui sur une toiture plate serviront de matières premières pour de nouveaux produits en 2050, il faut réagir dès à présent. Il est intéressant, par exemple, de connaître l'**historique** des matériaux utilisés (quelles étaient leurs caractéristiques au moment de leur mise en œuvre ? comment ont-ils été entretenus ? depuis combien de temps sont-ils sur le toit ? ...). Les **nouveaux systèmes de stockage de l'information** peuvent s'avérer bien utiles à cet égard. Un modèle BIM pourrait, par exemple, être utilisé et tenu à jour tout au long de la phase d'utilisation du bâtiment. Ces systèmes offrent un meilleur aperçu des matériaux utilisés en toitures (ou pour d'autres applications) en Belgique et permettent de trouver plus facilement une solution de valorisation en cas de démolition ou de démantèlement.

Il est également envisageable de développer des **modèles d'entreprise** dans lesquels les fabricants ou les entrepreneurs restent propriétaires du produit et proposent à leurs clients un service ou une performance (garantir la pérennité de l'étanchéité à l'eau de la toiture plate, plutôt que se limiter à sa mise en œuvre, par exemple). Cette approche



2 | Etanchéité de toiture lestée et donc aisément démontable.

incite davantage les entrepreneurs et les fabricants à fournir un travail de qualité : le remplacement ou la réparation d'une toiture sera d'autant moins nécessaire que sa performance est garantie dans le temps et que son entretien est assuré correctement.

D'autres possibilités sont également étudiées. On cherche ainsi à s'accorder sur la **valeur résiduelle du matériau** (reprise garantie à 10 % du coût

initial, ...) ou à mettre en place des **services** offrant au producteur ou à l'entrepreneur la possibilité de rester en contact avec le client pendant toute la durée de vie du produit (contrat de maintenance, ...).

Alors que tous ces modèles de recyclage sont déjà assez bien développés dans d'autres secteurs, leur intégration semble se faire plus difficilement dans le monde de la construction en raison de la longue durée de vie des bâtiments et de la valeur relativement faible du coût des matériaux de construction.

## Impact environnemental et économie circulaire

Chercher à réduire l'impact environnemental et à développer l'économie circulaire ne vont pas toujours de pair. Recycler un produit peut en effet avoir un impact considérable si celui-ci subit de nombreux transports ou un processus de transformation énergivore. On est par ailleurs en droit de se demander si des solutions aisément adaptables ou démontables ne sont pas également remplacées plus rapidement (parce qu'il est justement si simple de les remplacer), entraînant ainsi une consommation de matériaux plus importante à long terme. Dans ce contexte, tant la durabilité technique que la qualité de la conception et de la réalisation sont des aspects essentiels.

Bien que l'on s'intéresse de plus en plus à la consommation des matières premières et à l'impact environnemental des bâtiments (voir **Les Dossiers du CSTC 2018/2.2**), aucune norme ou réglementation n'exige à l'heure actuelle l'utilisation de solutions réversibles ou écologiques.

## Conclusion

Continuer de développer les principes de l'économie circulaire dans le secteur de la construction pourrait encourager le recours à des systèmes démontables au moment de la conception et de la réalisation des toitures plates. Bien qu'il n'existe encore aucune obligation en la matière, il est important d'anticiper cette approche en concevant diverses solutions au niveau du bâtiment et des composants. |

*J. Vrijders, ir., chef du laboratoire Développement durable, CSTC  
E. Mahieu, ing., chef de la division Interface et consultance, CSTC*



Les garde-corps doivent être conçus et mis en œuvre de manière à ce qu'ils puissent reprendre les charges dynamiques et statiques qu'ils peuvent subir. Contrairement à une idée largement répandue, il ne suffit pas de vérifier la sécurité et l'aptitude au service des garde-corps en considérant uniquement les charges dynamiques.

## Dimensionner les garde-corps : des essais de chocs, mais pas que !

Outre les essais de chocs mous et durs, le dimensionnement des garde-corps doit également considérer les charges statiques (poids propre, charges d'exploitation et charges de vent).

### Charges statiques

**Le dimensionnement des garde-corps vis-à-vis des charges statiques est réalisé par calculs ou par essais.** On procède par essais, en laboratoire ou sur site, soit lorsque le dimensionnement par calculs s'avère difficile, soit lorsque les résultats obtenus ne satisfont pas

aux critères définis par la norme NBN B 03-004.

Cette norme définit les charges en fonction des catégories d'usage des bâtiments (A : résidentiels, B : bureaux, C : lieux destinés à recevoir du public et D : commerces), mais aussi les combinaisons de charges et les coefficients partiels de sécurité à appliquer selon que les éléments évalués sont des ancrages, des montants, du verre structural ou des éléments de remplissage.

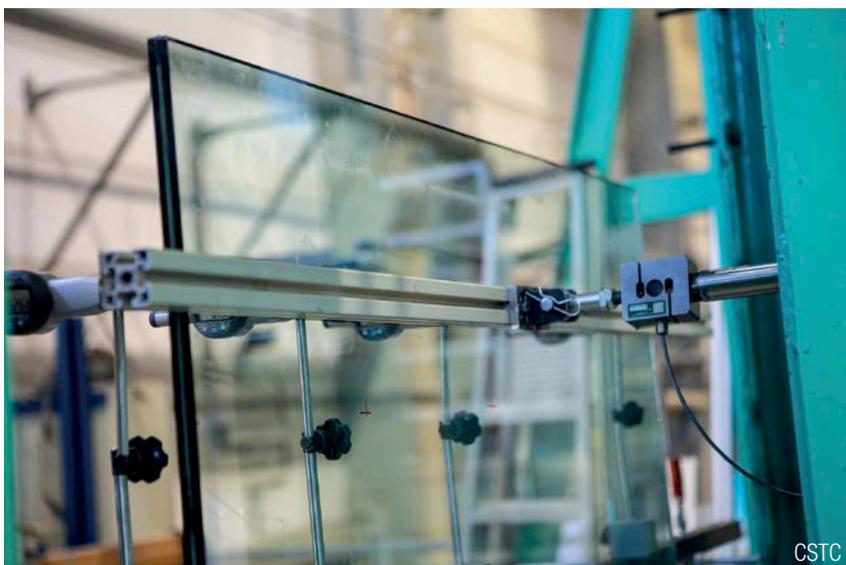
Si le dimensionnement se fait par essais, il convient d'appliquer les mêmes

charges que pour une vérification par calcul, mais en les augmentant de 10 %.

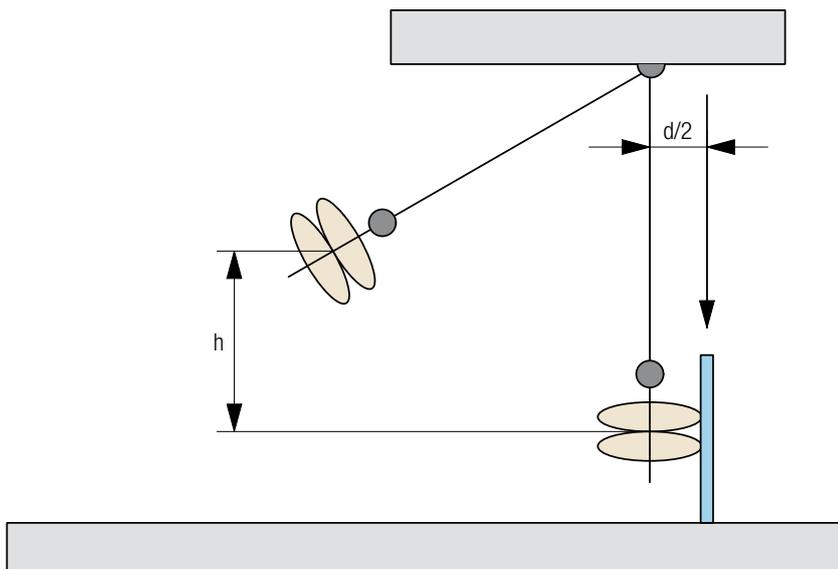
Que ce soit par calculs ou par essais, il faut pouvoir garantir que le garde-corps **ne se déforme pas trop** sous les charges de service (on parle ici d'états limites de service) et qu'il continue à assurer sa fonction de **protection contre la chute** de personnes dans le vide, et ce même s'il a subi des dommages irréversibles (on parle alors d'états limites ultimes).

Les différentes charges statiques à prendre en compte dans le cas de l'utilisation normale d'un garde-corps sont énumérées ci-dessous. Elles doivent, suivant le cas, être combinées pour tenir compte du fait qu'elles peuvent agir simultanément :

- **charges de poids propre**
- **charges d'exploitation** (personnes qui s'appuient sur le garde-corps, par exemple); il faut distinguer :
  - **trois actions horizontales**, fonction de la catégorie d'usage des locaux, à prendre en compte indépendamment les unes des autres et à appliquer dans le sens de la chute :
    - une force linéaire ( $q_{k,h}$ )
    - une force ponctuelle ( $Q_{k,h1}$ )
    - une force ponctuelle exercée à l'endroit le plus défavorable sous la hauteur de protection ( $Q_{k,h2}$ )
  - **une action horizontale de 0,5 kN/m** à appliquer, pour toutes les catégories d'usage, dans le sens opposé à la chute si cette action s'avère plus critique que les trois actions précitées



1 | Essai sous charge statique horizontale.



2 | Principe de l'essai sous charge dynamique (h : hauteur de chute; d : diamètre).

– une action verticale ( $Q_{k,v}$ ) de 1 kN à appliquer, pour toutes les catégories d'usage, sur la main courante ou à l'endroit le plus défavorable. Dans le cas des garde-corps en verre, cette action ne s'applique que dans le cas de vitrages à lisse décentrée fixée au verre

• **charges de vent**; celles-ci ne sont combinées qu'avec la charge linéaire horizontale  $q_{k,h}$ . Elles dépendent de différents paramètres déterminés dans l'Eurocode "Vent" et son annexe nationale (NBN EN 1991-1-4 ANB). Faute de données suffisamment pré-

cises, ces charges sont fréquemment surestimées. Le CSTC a mené des investigations pour déterminer dans quelles situations des charges plus réalistes pourraient être considérées.

La norme NBN B 03-004 définit des critères de sécurité ainsi que des critères d'aptitude au service tant pour l'évaluation par calculs que par essais des garde-corps à potelets, sans potelets et en verre encastré. Si on a recours à des essais, les critères d'aptitude au service peuvent être vérifiés trois fois consécutivement. Si après ces trois essais, les

critères ne sont toujours pas respectés, il faut en déduire que le garde-corps ne répond pas aux exigences de qualité.

### Charges dynamiques

**En ce qui concerne les charges dynamiques (chocs mous et durs), la vérification de la sécurité et de l'aptitude au service se fait uniquement par essais.**

Ceux-ci consistent à soumettre le garde-corps à des chocs auxquels il doit pouvoir résister tout en retenant le corps d'impact. Le choc mou simule l'impact d'une ou de plusieurs personnes et est réalisé sur n'importe quel élément du garde-corps. Le choc dur simule, quant à lui, l'impact d'un corps dur sur un élément de remplissage du garde-corps.

On procède aux essais aux chocs (mous et durs) aux endroits les plus défavorables du garde-corps. En général, le point d'impact se situe au centre de l'élément de remplissage, au droit du montant et/ou près d'un assemblage ou encore dans l'un des coins supérieurs dans le cas des garde-corps en verre encastrés.

Les essais de choc mou sont effectués à l'aide d'un double pneu de 50 kg (voir schéma) lâché à partir d'une hauteur de chute  $h$ . Celle-ci est fonction de la catégorie d'usage du bâtiment (voir tableau ci-dessous).

Les essais de choc dur sont réalisés de la même manière avec une bille en acier de 50 mm de diamètre et d'une masse de 0,5 kg. En revanche, la hauteur de chute  $h$  est de 750 mm pour toutes les catégories d'usage. Les essais de choc dur ne s'appliquent pas au verre.

Après avoir subi un impact, le garde-corps doit conserver sa fonction de sécurité (critères définis dans la norme), et ce même s'il n'assure plus une protection identique à celle qu'il avait avant le choc. L'objectif est de permettre une réparation éventuelle tout en garantissant encore une protection minimale.

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

## Un garde-corps endommagé doit continuer à protéger contre la chute.

Hauteur de chute à appliquer en fonction de la catégorie d'usage de l'ouvrage.

Catégorie d'usage de l'ouvrage	Hauteur de chute (choc mou) [mm]
<b>A</b> : bâtiments résidentiels	300
<b>B</b> : bureaux	450
<b>C</b> : lieux de rassemblement de personnes	700
<b>D</b> : commerces	700



Révisée en 2016, la norme NBN EN 13914-2 relative à la conception, à la préparation et à l'exécution des enduits intérieurs accorde une attention particulière au support. Le présent article traite des principaux points de cette révision.

# La norme consacrée aux enduits intérieurs a été révisée !

## Domaine d'application de la norme

La norme européenne NBN EN 13914-2 formule quelques recommandations générales pour la mise en œuvre des enduits intérieurs. Etant donné l'incroyable diversité des matériaux, des pratiques et des conditions climatiques en Europe, la norme n'aborde pas toujours suffisamment en détail certains aspects et n'est donc pas toujours utile ou applicable pour les entrepreneurs en son état. Elle doit dès lors être complétée par des annexes ou des directives nationales proposant des recommandations plus ciblées ou des performances supplémentaires. C'est ainsi que les NIT 199 et 201 peuvent, par exemple, servir de référence en Belgique.

La norme NBN EN 13914-2 couvre :

- les enduits à base de plâtre ou de chaux
- les enduits à base de ciment et/ou de chaux
- les enduits à base de ciment et/ou de chaux modifiés par des polymères
- les enduits allégés
- les enduits silicatés
- les enduits organiques
- les enduits à base d'argile.

## Description des travaux

Pour être en mesure d'établir correctement une offre et d'estimer les travaux au plus juste, le plafonneur doit disposer des informations relatives :

- au type de support et aux traitements préparatoires éventuels
- au système d'enduit souhaité et aux

épaisseurs de couche nécessaires

- aux fonctions et performances visées
- à la superficie de la surface à enduire (qui peut être mesurée à l'aide de la norme belge NBN B 06-001)
- à la coordination avec d'autres corps de métier pour l'installation des tuyaux et des câbles
- aux détails du raccord avec d'autres éléments (menuiserie, ...)
- au degré de finition de l'enduit souhaité en tenant compte du parachèvement ultérieur et de l'éclairage à venir.

Un enduit intérieur peut assurer diverses fonctions, notamment l'étanchéité à l'air et la protection contre l'incendie. Bien qu'il soit parfois utilisé pour son caractère esthétique, il arrive bien souvent qu'il serve simplement de support pour une finition ultérieure (peinture, papier peint, ...).

Il revient à l'auteur de projet d'indiquer le niveau de qualité à atteindre. A défaut, la norme prévoit l'application du niveau 1, c'est-à-dire celui pour lequel aucune exigence n'est imposée. Pour de plus amples informations quant aux niveaux de qualité et aux tolérances pour les enduits intérieurs, on consultera [Les Dossiers du CSTC 2008/3.12](#).

## Préparation du support

Avant d'entamer les travaux d'enduisage, le bâtiment ou le local doit être rendu **étanche au vent et à la pluie**. Les éléments environnants, tels que les menuiseries, doivent être protégés contre le tachage et les détériorations.

Une **bonne coordination** entre les différents intervenants est essentielle. Il ne peut subsister aucun doute concernant, par exemple, les éléments (tuyaux, câbles, ...) à retirer du support ou les percements à effectuer. S'il est prévu d'appliquer un enduit à l'arrière de ces éléments, il convient d'en discuter au préalable.

Il faut veiller à ce que le support soit **sec, propre et suffisamment durci** et, par conséquent, éliminer à la brosse les résidus de poussière, de produits de décoffrage ou d'efflorescences, effectuer toutes les réparations nécessaires et refixer les éléments qui se seraient détachés.

Si le support comporte des **joints de dilatation**, ceux-ci doivent être reproduits au même endroit dans l'enduit.

**Il est primordial de veiller à ce que l'enduit soit compatible avec le support existant.** Un prétraitement peut être requis en fonction du type de support et d'enduit choisi. La norme révisée délivre de nombreux conseils à cet égard. Le tableau à la page suivante compare les recommandations de la norme avec celles de la NIT 201 pour les supports les plus courants en Belgique. Si le fabricant du support ou de l'enduit prescrit des prétraitements spécifiques, il faut bien entendu les respecter.

## Mise en œuvre de l'enduit intérieur

Une fois le support préparé comme il se doit, les profilés d'angle et les renfor-



cements locaux peuvent être posés. Il est préférable de les fixer avec le même type d'enduit. Il convient évidemment de tenir compte de la sensibilité des profilés à la corrosion (voir [Les Dossiers du CSTC 2012/2.9](#)).

Le support et l'air ambiant doivent afficher une température d'au moins 5 °C durant la mise en œuvre (8 °C dans le cas d'un enduit silicaté).

L'enduit peut être appliqué soit en une seule couche (ou en deux couches 'frais

dans frais'), soit en plusieurs couches, en appliquant éventuellement un primaire ou une couche d'accrochage entre celles-ci.

Si une quantité d'eau importante est généralement utilisée lors de la fabrication de l'enduit, une bonne partie de cette eau s'évapore toutefois pendant le séchage. Les diverses couches d'enduit doivent disposer d'un temps suffisant pour sécher et durcir avant l'application de la couche ou de la finition ultérieure (peinture, papier peint, ...). En outre, il

est impératif de bien ventiler le local, afin de limiter la perte d'adhérence ou le développement de moisissures, par exemple. Vous trouverez de plus amples informations sur le séchage des enduits intérieurs dans [Les Dossiers du CSTC 2010/4.11](#).

*I. Dirckx, ir. chef de projet, laboratoire Matériaux de gros œuvre et de parachèvement, CSTC*

Comparaison des prétraitements recommandés pour différents supports dans la révision de la norme NBN EN 13914-2 et dans la NIT 201.

Support	Prétraitements recommandés	
	NBN EN 13914-2	NIT 201
Maçonnerie de briques	<ul style="list-style-type: none"> <li>En cas d'<b>absorption d'eau normale et uniforme</b>, aucun prétraitement n'est nécessaire.</li> <li>En cas de <b>maçonnerie dont le pouvoir absorbant est limité, irrégulier ou excessif</b>, des précautions particulières doivent être prises.</li> </ul>	
Blocs de béton	<ul style="list-style-type: none"> <li>En cas de <b>blocs de béton constitués de granulats ordinaires ou lourds</b>, il convient d'utiliser une couche d'adhérence, un support d'enduit ou un enduit de ciment modifié par des polymères. Pour les enduits à base de plâtre, il est recommandé d'appliquer un primaire d'adhérence.</li> <li>En cas de <b>blocs de béton constitués de granulats légers</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>– si l'absorption est normale, aucun prétraitement n'est nécessaire</li> <li>– si l'absorption est importante, il faut prévoir une couche d'adhérence ou un support d'enduit.</li> </ul> </li> <li>En cas de <b>blocs de béton légers</b>, il y a lieu d'utiliser une couche d'adhérence modifiée par des polymères ou un primaire d'adhérence.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les éventuelles efflorescences doivent être éliminées.</li> <li>En cas d'<b>absorption d'eau normale</b>, aucun prétraitement n'est nécessaire.</li> <li>En cas de <b>faible absorption d'eau</b>, une couche d'adhérence doit être appliquée.</li> <li>En cas de <b>forte absorption d'eau</b>, il convient d'appliquer une couche d'adhérence ou de recourir à un enduit adéquat modifié par de la résine.</li> </ul>
Blocs silico-calcaires	<p>Selon l'aspiration et l'adhérence du bloc, il peut être nécessaire de prévoir une couche d'adhérence, un mortier de ciment modifié par des polymères ou un support d'enduit.</p>	<p>En cas de blocs très absorbants, il y a lieu d'appliquer une couche d'adhérence adaptée ou un enduit adéquat modifié à la résine.</p>
Béton cellulaire	<p>En fonction de l'absorption d'eau du béton cellulaire, un traitement peut être requis pour réduire l'absorption.</p>	<p>En cas de béton cellulaire à forte absorption d'eau, il y a lieu d'appliquer un vernis d'adhérence adapté ou un enduit adéquat modifié à la résine.</p>
Béton	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les <b>surfaces lisses</b> doivent faire l'objet d'un traitement préparatoire.</li> <li>Pour les enduits à base de plâtre, il est recommandé d'utiliser un primaire d'adhérence.</li> <li>Certains enduits à base de chaux et/ou de ciment modifiés par des polymères ou certains enduits organiques peuvent être utilisés sans prétraitement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les éventuels produits de décoffrage doivent être éliminés.</li> <li>En cas de <b>surface lisse</b>, il convient d'appliquer un primaire d'adhérence et, si nécessaire, un support d'enduit si les enduits sont d'épaisseur normale.</li> <li>En cas de <b>surface rugueuse</b>, il convient d'appliquer une couche d'adhérence conformément aux prescriptions du fabricant.</li> </ul>



La division Avis techniques du CSTC est souvent confrontée à des questions relatives à l'utilisation de nattes de désolidarisation pour les sols carrelés. Pour apporter au secteur de meilleures réponses à ce sujet, le Centre a récemment réalisé une étude prénormative. Il en ressort que, si les nattes testées assurent bien leur fonction de désolidarisation, elles diminuent toutefois l'adhérence, augmentent la sensibilité aux chocs et n'améliorent que très peu les performances acoustiques.

# Nattes de désolidarisation : que savons-nous aujourd'hui ?

## 1 Domaine d'application des nattes de désolidarisation

Il est recommandé d'utiliser ce type de nattes lorsque les contraintes dans le complexe plancher peuvent être très élevées. C'est notamment le cas lors de la pose de carreaux de très grand format, de la mise en œuvre précoce du revêtement, de la présence d'un chauffage par le sol ou de l'utilisation de carreaux foncés à l'extérieur dans une zone fortement ensoleillée.

## 2 Propriétés étudiées des nattes de désolidarisation

L'étude prénormative précitée était consacrée à la fonction de désolidarisation, à l'adhérence, à la résistance aux chocs, à la perméabilité à la vapeur d'eau et aux performances acoustiques d'un certain nombre de nattes (fines ou structurées). Les premiers résultats de cette étude sont expliqués plus en détail ci-après.

### 2.1 Fonction de désolidarisation

La propriété essentielle de la natte est évidemment sa fonction de désolidari-

sation, grâce à laquelle les contraintes, les déformations horizontales et verticales et les vibrations ne sont que partiellement (voire pas du tout) transférées de la chape au sol carrelé, ce qui réduit le risque de fissuration et/ou de décollement du revêtement (voir [Les Dossiers du CSTC 2015/4.10](#)).

Etant donné qu'il n'existe aucune méthode d'essai standardisée pour évaluer cette fonction, nos collaborateurs se sont basés sur les méthodes d'essai utilisées pour tester les propriétés comparables des colles à carrelage et des poutres en bois assemblées mécaniquement. Un **coefficient de désolidarisation, ou facteur gamma**, a ainsi pu être déterminé pour les différentes nattes. Ce facteur varie de 0 (complètement désolidarisé) à 1 (complètement solidarisé). Les nattes testées ont obtenu un facteur compris entre 0,19 et 0,75, tandis que le complexe collé traditionnel a atteint environ 0,9 (voir les colonnes bleues dans le graphique à la page suivante).

On peut en déduire que **toutes les nattes testées assurent une fonction de désolidarisation**, mais à des degrés divers.

Nous tenons néanmoins à spécifier que les essais n'ont pas été effectués

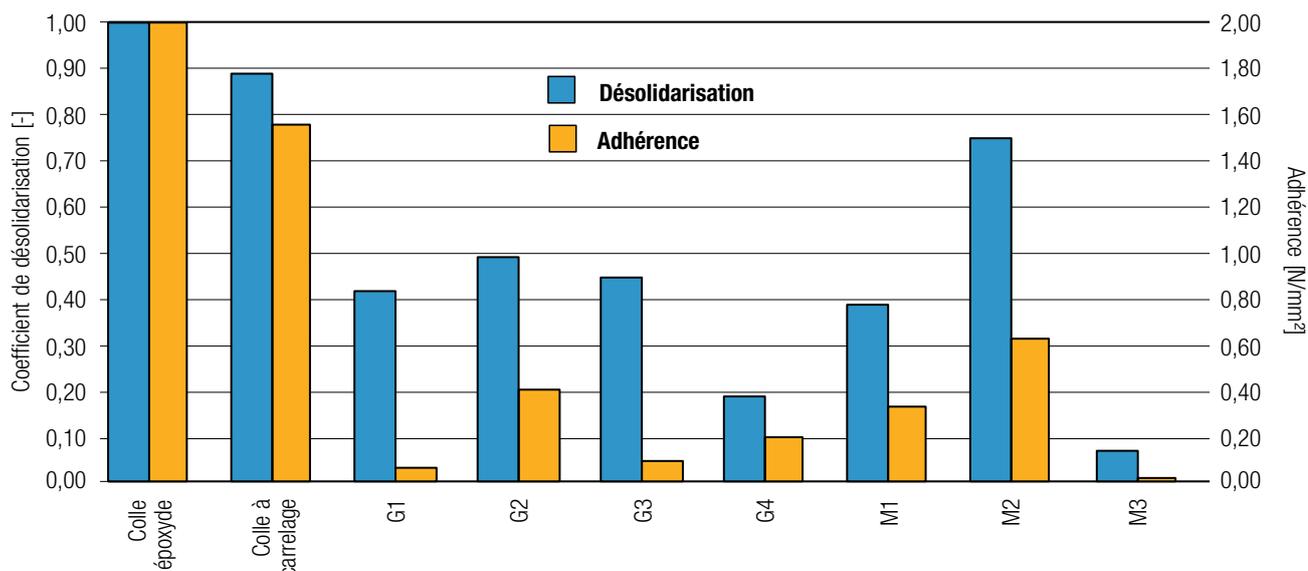
sur le complexe plancher tel qu'il est prescrit par le fabricant, mais sur les composants eux-mêmes.

### 2.2 Adhérence

Une bonne adhérence de la couche de finition au support est essentielle pour éviter que le revêtement de sol ne se décolle. C'est la raison pour laquelle les normes dédiées aux colles et aux produits d'étanchéité liquides appliqués sous le carrelage imposent des exigences minimales (généralement 0,5 N/mm<sup>2</sup>), même après des cycles de vieillissement.

L'étude a révélé que, pour un même système, l'adhérence entre la finition et le support était de 1,56 N/mm<sup>2</sup> avec la colle à carrelage utilisée et qu'**elle n'était que de 0,62, voire 0,07 N/mm<sup>2</sup> avec les différentes nattes** (voir les colonnes orange du graphique).

Il est à noter que l'ajout d'une natte de désolidarisation entraîne une modification de l'état de contrainte du complexe plancher. Ainsi, **les contraintes de cisaillement sont partiellement (ou complètement) absorbées par la natte**. Par conséquent, une adhérence plus



Comparaison de la désolidarisation et de l'adhérence des complexes plancher collés avec de la colle époxyde ou de la colle à carrelage et des complexes comportant des nattes structurées collées (GA à G4) ou des membranes collées (M1 à M3).

faible peut suffire à maintenir ensemble les diverses couches du plancher.

C'est pourquoi le groupe de travail de l'ISO (Organisation internationale de normalisation) spécialisé en la matière souhaiterait aujourd'hui imposer une adhérence minimale de 0,20 N/mm<sup>2</sup> pour les nattes de désolidarisation collées. Etant donné que l'adhérence des carreaux au support dépend en outre du coefficient de désolidarisation, un facteur gamma maximal devrait également être fixé.

### 2.3 Résistance aux chocs

La résistance aux chocs a été testée selon deux méthodes sur trois nattes de désolidarisation et trois épaisseurs de carreaux différentes. Ces essais ont révélé que **la résistance diminue en présence d'une natte**, en particulier s'il s'agit d'une natte flottante.

On peut donc en déduire qu'en cas d'utilisation de nattes, l'épaisseur des carreaux ne peut pas être inférieure à celle recommandée pour les carreaux en cas de complexe plancher sans natte. Les carreaux doivent donc être d'au moins 6 mm d'épaisseur.

### 2.4 Perméabilité à la vapeur d'eau

La perméabilité à la vapeur d'eau joue un rôle important dans le séchage et donc dans le cintrage de la chape. Cette caractéristique a dès lors été analysée elle aussi. Il ressort de l'étude que les nattes disponibles sur le marché présentent **un comportement très variable** sur ce point.

Lors de la mise en œuvre d'un sol à l'anhydrite, il convient de s'assurer que celui-ci est suffisamment sec avant d'appliquer la natte de désolidarisation, et ce afin d'éviter d'endommager la chape.

### 2.5 Influence sur les performances acoustiques

Enfin, le comportement vis-à-vis des bruits de choc (c'est-à-dire le rayonnement du bruit dans la pièce et sa transmission dans la pièce inférieure) a aussi été étudié. Les résultats ont révélé que **le mode de fixation de la natte de désolidarisation à la chape semble être déterminant**. Ainsi, une natte collée a un impact acoustique quasiment négligeable, tandis qu'une natte flottante – malgré le fait qu'elle atténue

légèrement la transmission des bruits de choc vers la pièce inférieure – augmente considérablement le rayonnement du bruit dans la pièce.

## 3 Conclusion

Les résultats de l'étude prénormative réalisée par le CSTC seront présentés au groupe de travail de l'ISO, qui a pour tâche de rédiger une norme 'produit' définissant les propriétés et les exigences minimales pour les nattes de désolidarisation. Nous tiendrons bien entendu le secteur belge informé de la suite réservée à cette démarche.

Notre étude n'est cependant pas achevée. Un ensemble d'essais est actuellement effectué sur l'influence de la température et sur les applications extérieures. Les résultats seront publiés ultérieurement. **I**

*T. Vangheel, ir., chef de laboratoire adjoint,  
et S. Mertens, dr. ir., chef de projet,  
laboratoire Matériaux de gros œuvre et  
de parachèvement, CSTC*

# PLEINS FEUX



## Digital Construction Brussels : la 2<sup>e</sup> édition attire 3.000 visiteurs !

Merci à tous les visiteurs qui ont fait de cette 2<sup>e</sup> édition de Digital Construction Brussels un succès ! Vous n'étiez pas moins de 3.000 participants, soit **deux fois plus que l'année dernière**.

L'intérêt pour les solutions numériques ne cesse de croître. Les PME, les techniciens, les couvreurs et de nombreux autres professionnels encore ont répondu présents à cet événement de deux jours qui s'est tenu à Tour & Taxis, où ils ont pu **découvrir les applications les plus récentes sur plus de 70 stands**. Ils ont également pu assister aux nombreux séminaires organisés pour améliorer leurs connaissances numériques.

En comparaison avec ses homologues européens, l'entrepreneur belge travaille encore très peu avec le BIM, les imprimantes 3D, les drones et les scanners 3D. **Le fait que les présentations, séminaires et ateliers affichaient tous complet est donc un très bon signe**.

Le CSTC continuera à guider l'entrepreneur dans le monde du numérique. En participant à des salons professionnels tels que Digital Construction, les professionnels ont l'opportunité de se familiariser **avec les solutions numériques** et de se rendre compte que même une petite entreprise peut trouver des applications à utiliser au quotidien sur ses chantiers.

Rendez-vous l'an prochain !



La norme européenne NBN EN 927, dédiée aux finitions pour le bois extérieur, est entrée en vigueur depuis une vingtaine d'années. Si l'approche qu'elle développe se veut 'pratique', cette norme reste méconnue des professionnels, lesquels ont davantage recours aux divers guides nationaux (STS 52.1, par exemple). Cet article rappelle les bases du système de classification européen et tente également d'établir un lien entre les dénominations nationales et les catégories européennes. Il introduit enfin de nouvelles recommandations sur la base des dernières recherches en cours.

# Finitions pour le bois extérieur : vers un classement basé sur le domaine d'application

L'approche développée par la série de normes NBN EN 927 est basée sur la détermination des performances techniques des finitions en fonction de leur domaine d'application, l'objectif étant d'éviter l'emploi de finitions inadaptées. Elle définit ainsi trois catégories d'usage liées aux variations dimensionnelles autorisées pour le bois (voir tableau A) :

- stable
- semi-stable
- non stable.

Une finition stable visera notamment à réduire les mouvements du bois dus à l'humidité. Elle sera recommandée, par exemple, sur les fenêtres et les portes pour préserver leurs performances d'étanchéité. A l'inverse, une finition non stable sera à l'origine d'infiltrations d'eau plus élevées, mais sera aussi plus adaptée aux éventuelles variations dimensionnelles multiples du support.

Chacune de ces trois catégories est caractérisée par un ensemble de critères et de performances techniques. Celles-ci sont principalement basées sur la perméabilité à l'eau de la finition, son adhérence et les dégradations subies après un vieillissement naturel d'un an. Les caractéristiques concernant l'aspect intègrent des critères relatifs à la transparence (ou au pouvoir masquant, c'est-à-dire l'aptitude à masquer un support d'une couleur différente), à la brillance et à l'épaisseur (également dénommé 'garnissant' dans la norme). Les différentes classes liées à ces critères d'aspect figurent en annexe de la NIT 249 ainsi que dans la première partie de la norme (NBN EN 927-1).

Grâce à cette norme, il est plus facile de prendre connaissance des caractéristiques d'un produit, dans la mesure où **le simple fait de mentionner la catégorie**

**d'usage suffit à déterminer les performances techniques de la finition.** Malgré cette apparente simplicité, la normalisation européenne reste méconnue des utilisateurs.

Quand on le compare aux catégories nationales définies dans les STS (STS 52.1, 52.04.8, 04.3), **le système de classification de la norme permet en outre de couvrir l'ensemble des systèmes de finition** (huiles, lasures, laques, ...) et d'assurer la conformité de leurs performances aux applications visées.

La norme va plus loin encore en reconnaissant **l'influence de la nature du bois.** Ainsi, même si l'utilisation de pin et d'épicéa est imposée pour évaluer et comparer les performances de base des finitions, elle conseille également de réaliser des tests sur d'autres espèces

A | Catégories d'usage définies par la norme NBN EN 927.

Catégorie d'usage de la finition	Variations dimensionnelles autorisées pour le bois	Exemples d'applications
Stable	Variations minimales autorisées	Menuiseries : fenêtres, portes, ...
Semi-stable	Variations limitées autorisées	Charpentes en bois, bardages à rainures, ...
Non stable	Variations libres autorisées	Clôtures, cabanes de jardin, bardages à claire-voie à lame d'air ventilée, ...



## B | Proposition de spécifications européennes correspondant aux catégories définies dans les guides nationaux.

Catégories nationales définies dans les STS	Catégories et spécifications européennes correspondantes
C2	Stable / Moyen garnissant (EFS (*) total entre 20 et 60 µm) / Semi-transparent
C3	Stable / Fort garnissant (EFS total entre 60 et 100 µm) / Semi-transparent
CTOP	Stable / Fort (EFS total entre 60 et 100 µm) ou très fort (EFS total supérieur à 100 µm) garnissant / Opaque
Peinture	Stable / Fort (EFS total entre 60 et 100 µm) ou très fort (EFS total supérieur à 100 µm) garnissant / Opaque

(\*) EFS : épaisseur de film sec.

de bois. Les résultats obtenus restent complémentaires au classement européen, mais ils permettent d'affiner le comportement pouvant être attendu sur des supports représentatifs des applications visées.

Le tableau B ci-dessus propose de mettre en corrélation les catégories issues des guides nationaux, aujourd'hui rendues obsolètes par la norme européenne, et les spécifications issues de cette dernière. La distinction entre les catégories C2 et C3 des STS est essentiellement basée sur la protection contre les champignons et les insectes, laquelle est assurée par les systèmes de catégorie C2 et non C3. Ce critère n'est pas évalué par la norme NBN EN 927, mais par la norme NBN EN 599 relative aux produits de préservation. Si certaines finitions peuvent contenir des fongicides et biocides, il est toutefois important de noter que ces produits restent à la surface du bois et qu'ils n'offrent donc pas la même durabilité qu'un traitement de préservation migrant en profondeur.

### Teneur en COV

Les aspects écologiques et, notamment, la teneur en COV (composés organiques volatils) sont de plus en plus souvent considérés lors de la sélection d'une finition. Depuis 2010, une directive européenne impose des teneurs en COV maximales pour 12 catégories de produits, dont les systèmes pour bois extérieur. **Contrairement aux peintures intérieures pour murs et plafonds, les seuils imposés sont moins sévères. De nombreuses finitions en phase solvant sont donc toujours autorisées et pré-**

**sentes sur le marché.** Pour des teneurs plus faibles en COV, il est conseillé de se tourner vers des produits disposant de l'Ecolabel européen, pour lequel les niveaux tolérés sont beaucoup plus stricts (voir [NIT 249](#) et [Les Dossiers du CSTC 2011/3.8](#)). Pour les applications en atelier, c'est la directive 1999/13/CE qui est d'application (voir [Les Dossiers du CSTC 2011/3.8](#)). Pour rappel, la teneur en COV est obligatoirement mentionnée sur le contenant de la finition.

### Durée de vie et perméabilité des finitions

Enfin, **la normalisation ne dit encore rien concernant la durée de vie des finitions ou l'impact de leur perméabilité à la vapeur d'eau.** Ces facteurs sont actuellement étudiés dans le cadre de différents travaux de recherche en vue d'une intégration à la norme.

Si les essais de durabilité sont toujours en cours en raison de la durée considérable des tests de vieillissement naturel

(voir figure ci-dessous), on observe néanmoins quelques premières tendances concernant la perméabilité à la vapeur d'eau. Il est entre autres possible d'identifier de grandes différences de comportement entre les finitions. Cette caractéristique aura un impact sur la vitesse d'évacuation de l'humidité pouvant migrer dans le bois. Pour des applications présentant des risques d'infiltrations d'eau (défaut d'assemblage, rugosité limitant une application homogène, ...), les produits qui laissent le mieux respirer le support (résistance la plus faible à la diffusion de vapeur d'eau  $S_d$ ) seraient à favoriser, en particulier sur des bois présentant une absorption d'eau élevée (mélèze, ...). Ceci permettrait d'éviter la stagnation d'eau dans le support et le décollement de la finition. En contrepartie, il est probable que ces produits nécessitent un entretien plus régulier, notamment en raison de leur moindre épaisseur. **I**

*E. Cailleux, dr., chef adjoint du laboratoire Bois et coatings, CSTC*

Echantillons de bois soumis à un test de vieillissement naturel.





Avant de mettre en service une installation de chauffage, il convient de la soumettre à un essai d'étanchéité et de pression. Il est en effet essentiel de veiller à ce que l'installation ne présente aucune fuite si l'on souhaite garantir son bon fonctionnement et éviter toute dégradation éventuelle. La norme NBN EN 14336 présente à cet effet une méthode d'essai.

## Comment tester l'étanchéité des installations de chauffage ?

### Domaine d'application de la norme

La méthode décrite dans la norme NBN EN 14336 est applicable aux installations de chauffage central à eau chaude en circuit fermé et couvre à la fois leur étanchéité et leur résistance (raccords effectués par vissage, compression, serrage et soudage).

### Moment d'exécution des essais

Etant donné que certains composants du système (générateur de chaleur, soupape de sécurité, vase d'expansion et purgeur d'air, par exemple) ne peuvent

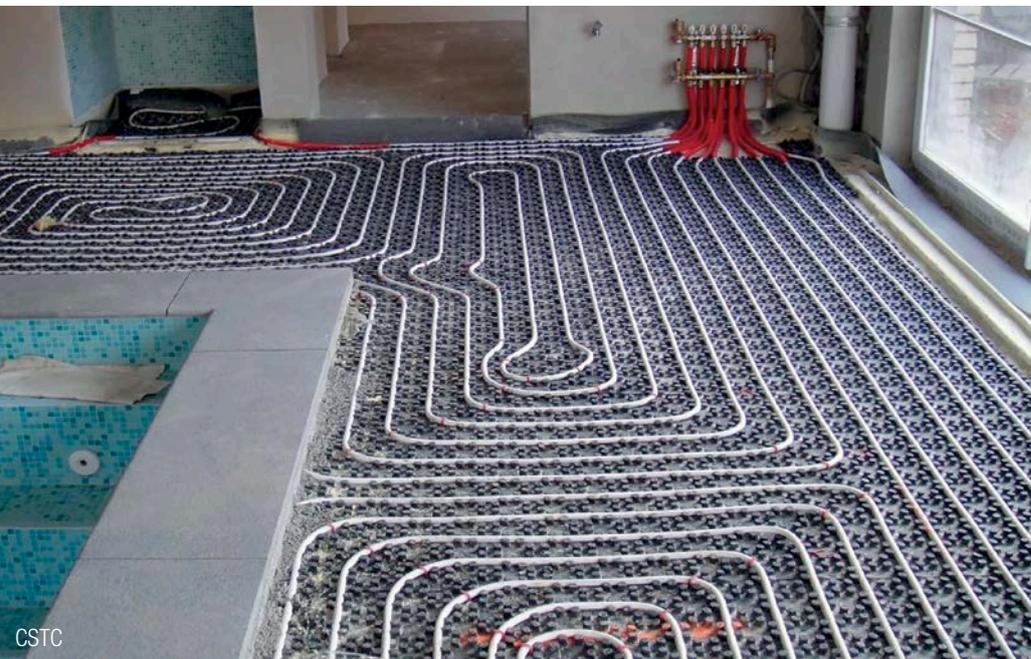
pas résister à une pression d'épreuve trop élevée, il est recommandé de réaliser l'essai **en deux, voire en plusieurs phases**.

Sauf indication contraire, le **premier essai** est effectué avec une pression d'épreuve correspondant à 1,3 fois la pression de service maximale avec un minimum de 4 bar. Cette pression de service est égale à la pression de tarage de la soupape de sécurité (généralement 3 bar, parfois 5 bar ou plus). L'essai est réalisé après la pose du circuit hydraulique, c'est-à-dire lorsque l'ensemble du circuit est accessible pour inspection et qu'il est encore possible d'assurer d'éventuelles réparations.

Deux situations sont à distinguer pour ce premier essai :

- lorsque **les tuyaux sont posés sur le plancher portant brut et dans les murs** (pour les radiateurs ou les convecteurs et le chauffage mural, par exemple), l'essai doit être réalisé avant les travaux d'enduisage et la mise en œuvre de la couche de nivellement, de l'isolation et de la chape. Si les radiateurs ne sont pas installés immédiatement, il convient de munir les tuyaux d'un écarteur au droit des traversées dans les murs, de sorte qu'ils puissent être positionnés correctement en attendant l'installation ultérieure des radiateurs. Les tuyaux doivent dans ce cas être raccordés les uns aux autres au moyen d'une boucle temporaire
- dans le cas d'un **système de chauffage par le sol**, les tuyaux sont raccordés aux collecteurs et l'essai est effectué avant la pose de la chape (voir figure 1).

1 | En cas de système de chauffage par le sol, l'essai est effectué avant la pose de la chape.



Après le montage des éléments qui ne peuvent pas résister à la pression d'épreuve, un **second essai** peut être effectué avec une pression de service normale (généralement 1 à 1,5 bar).

### Préparation des essais

L'installation doit être remplie d'eau (potable) froide, propre et exempte de sédiments. Pour ce faire, il y a lieu d'utiliser un filtre ayant une ouverture



de maille  $\leq 150 \mu\text{m}$ . Ce n'est qu'une fois l'essai terminé que l'installation sera remplie d'eau traitée, et ce afin d'éviter la perte de cette eau durant l'essai (voir [Les Dossiers du CSTC 2012/2.13](#)).

Chaque zone à tester doit être équipée d'un **manomètre** disposant d'une plage de mesure suffisamment grande et d'une précision de lecture de 0,1 bar.

Enfin, il est recommandé de prévoir un **compteur d'eau permanent** dans la conduite d'alimentation d'eau froide afin de :

- vérifier le volume de remplissage effectif pendant l'essai
- veiller à ce qu'il n'y ait aucun remplissage par des personnes non autorisées
- surveiller la quantité d'eau de remplissage pendant la durée de vie du système.

## Réalisation des essais

La procédure suivante doit être respectée pour le **premier essai**. L'installation doit :

- être remplie lentement et purgée au droit de tous ses points hauts
- être soumise à la pression d'épreuve
- faire l'objet d'une inspection systématique des déformations ou fuites (de manière visuelle et/ou auditive).

En l'absence de fuites facilement décelables, l'installation doit être maintenue sous pression pendant au moins deux heures. La pression d'épreuve doit être enregistrée.

Lors du **second essai**, l'installation doit :

- être remplie lentement et purgée au droit de tous ses points hauts
- être soumise à la pression de service normale
- faire l'objet d'une inspection systématique des fuites (de manière visuelle et/ou auditive; les fuites importantes sont rapidement visibles sur le manomètre).

## Après les essais

Il est conseillé de maintenir le système à la pression de service normale durant les travaux ultérieurs. Cette manière de procéder permet en général de repérer

Français

### RAPPORT D'ESSAI D'ETANCHEITE ET DE PRESSION

DONNEES ADMINISTRATIVES

Références	
Dossier	
Nom	
Adresse	
Commune	
Commentaire	
Bâtiment	
Adresse	
Commune	
Partie considérée	
Commentaire	
Installateur	
Nom	
Adresse	
Commune	
Commentaire	

CONDITIONS D'ESSAI	PRESSION D'EPREUVE	PRESSION DE SERVICE
Remplissage de l'installation		
eau potable filtrée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
autre:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manomètre		
type		
Composants non testés		
générateur de chaleur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
soupape de sécurité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vase d'expansion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
purgeur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
manomètre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
thermomètre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
séparateur de boue - filtre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 2 | Extrait de modèle utilisé pour consigner les résultats d'essai.

en peu de temps les problèmes éventuels.

Il faut toutefois éviter de remplir l'installation durant les périodes de gel potentiel. L'utilisation d'un antigel n'est généralement pas recommandée, et ce en raison de son coût élevé, de la nécessité de vider complètement le système par la suite et de l'obligation d'éliminer l'antigel conformément à la réglementation environnementale.

Il est en outre déconseillé de laisser l'installation à l'arrêt, afin d'éviter tout risque de corrosion interne des tuyaux, des radiateurs et des pompes en acier.

Si l'installation nécessite l'utilisation d'eau traitée, il convient de réaliser ce traitement le plus rapidement possible après les essais.

## Documentation des résultats

Les résultats des essais d'étanchéité et de pression doivent être consignés dans un **rapport d'essai**. Un modèle est disponible sur le site Internet du CSTC (voir figure 2).

*P. Van den Bossche, ing., chef du  
laboratoire Chauffage et ventilation, CSTC  
C. Delmotte, ir., chef du laboratoire  
Mesures de prestations d'installations  
techniques, CSTC*

*Cet article a été rédigé dans le cadre de  
l'Antenne Normes Energie et climat intérieur  
avec le soutien financier du SPF Economie  
et du NBN.*



La corrosion peut entraîner le percement de la paroi interne d'un conduit de fumée métallique ainsi qu'une perte d'étanchéité de ce dernier (ou une recirculation de la fumée vers la chaudière dans le cas de conduits concentriques). Cet article décrit les principaux facteurs de corrosion et explique comment choisir le conduit adéquat.

## Bien choisir son conduit de fumée métallique

### 1 Facteurs de corrosion

La corrosion interne des conduits de fumée est provoquée par la présence de certains composants :

- l'**eau**, qui provient de la condensation de la fumée sur la paroi interne du conduit lorsque la température de ce dernier descend localement sous le point de rosée. Les chaudières à condensation sont donc particulièrement exposées au risque de corrosion. Pour les autres types de générateurs de chaleur, le conduit fonctionne généralement en ambiance sèche (\*), ce qui réduit considérablement ce risque, même si la fumée contient des substances corrosives
- les **oxydes de soufre** formés lors de la combustion du mazout, du bois et du charbon. Le soufre est présent initialement dans ces combustibles en proportions variables, ainsi que dans le gaz naturel, mais en plus faible

quantité. On retrouve donc des oxydes de soufre en quantité variable dans les fumées

- le **chlore**, présent initialement dans le charbon et le bois en faibles proportions. On peut aussi le retrouver dans l'air comburant (zones côtières ainsi que dans certains locaux tels que les salons de coiffure, les piscines, ...).

Le matériau constituant le conduit devra donc être choisi en fonction du type de combustible, du mode de fonctionnement du générateur (présence de condensation ou non) et de la qualité de l'air comburant.

### 2 Choix du conduit métallique

#### 2.1 Qualité du combustible

Le **gaz naturel** distribué en Belgique contient très peu de soufre et la fumée

produite par sa combustion présente un caractère corrosif faible.

Pour réduire l'impact du chauffage sur la qualité de l'air et les pluies acides, la teneur en soufre du **mazout** n'a cessé de diminuer. La teneur maximale actuelle est de 50 ppm (parts par million) contre plus de 1.000 ppm auparavant, ce qui réduit fortement le caractère corrosif de la fumée. Il est également possible d'utiliser du mazout extra, dont la teneur en soufre est inférieure à 10 ppm.

Le **bois naturel** non traité contient généralement moins de 300 ppm de soufre. En revanche, le bois traité (conservation et/ou finition) peut libérer des substances très corrosives.

Le **charbon** le plus utilisé est l'antracite, qui contient jusqu'à 10.000 ppm de soufre. Les autres types de charbon (houille, coke, ...) en comportent davantage et sont dès lors caractérisés par une fumée encore plus corrosive.

#### 2.2 Classe de résistance à la corrosion

La classe de résistance à la corrosion d'un élément de conduit métallique peut être déterminée par essai ou

Le conduit sera choisi en fonction du type de combustible, du mode de fonctionnement du générateur et de la qualité de l'air comburant.

(\*) En ambiance sèche, la fumée dans le conduit ne condense pas (excepté durant de courtes périodes durant lesquelles celui-ci est plus froid, en général au démarrage de la chaudière). Le risque de formation de condensats dans un conduit de fumée peut être déterminé par calcul via la norme NBN EN 13384-1.



Correspondance entre la classe de résistance à la corrosion et le type de combustible employé.

Classe de résistance à la corrosion		Type de combustible		
Éléments du conduit	Conduit installé	Gaz naturel	Mazout	Bois, charbon
V1	1	Admis	Interdit	Interdit
V2	2	Admis	Admis	Interdit
V3	3	Admis	Admis	Admis

simplement déclarée par le fabricant. L'indication **V1, V2 ou V3** désigne la classe déterminée par essais et **Vm** celle déclarée par le fabricant. La classe Vm est en outre accompagnée d'un code définissant le matériau et l'épaisseur du conduit (voir exemple ci-dessous).

Le tableau ci-dessus, issu de la norme belge NBN B 61-002 de 2006, établit une correspondance entre la classe de résistance à la corrosion des éléments du conduit, celle du conduit installé et le type de combustible pouvant être employé. Pour les conduits de classe Vm (non testés), il convient de consulter le fabricant.

A titre d'exemple, les conduits en acier inoxydable de type 316L (1.4404 suivant les normes européennes) de 0,4 mm d'épaisseur affichent habituellement la classe de résistance à la corrosion V2.

On notera que les conduits de fumée les plus résistants (V2 et V3) ne sont pas adaptés aux ambiances fortement corrosives qu'on retrouve, par exemple, dans un salon de coiffure, où l'on utilise des aérosols halogénés, ou dans un local destiné à traiter l'eau de piscine au chlore. L'air de combustion doit alors être prélevé à l'extérieur du bâtiment (au moyen de générateurs de chaleur étanches, par exemple).

### 2.3 Autres critères

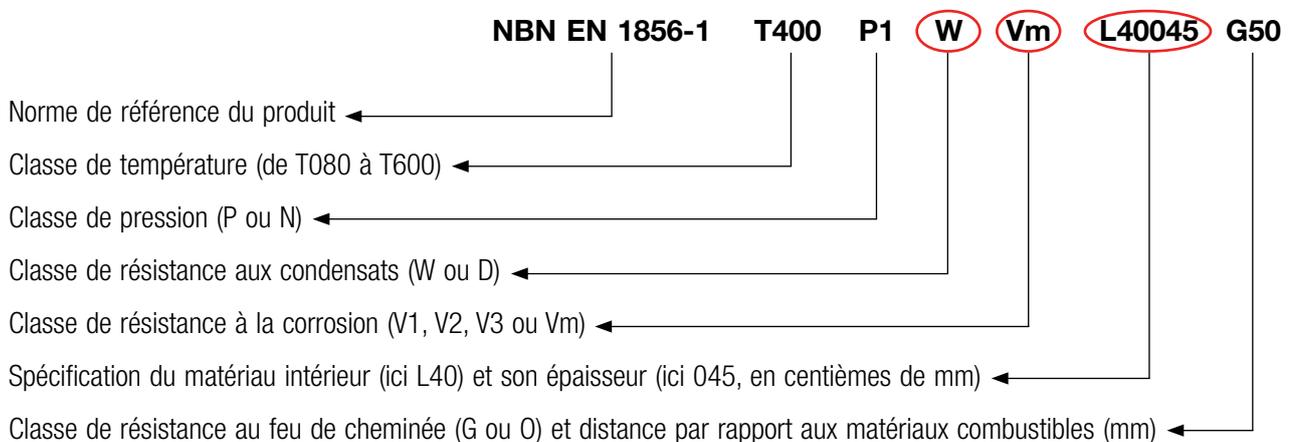
Outre la classe de résistance à la corrosion, d'**autres paramètres** doivent être pris en compte lors du choix d'un conduit : la température de fumée, la pression, l'étanchéité à la fumée et aux condensats, la résistance au feu de cheminée, ... Ces caractéristiques sont reprises dans le marquage d'un conduit de fumée normalisé (voir exemple ci-dessous).

## Dans la pratique...

Les postes d'essais en laboratoire permettant de réaliser le test V3 ne sont plus en service actuellement. Pour les générateurs de chaleur au **charbon**, on opte dès lors généralement pour des conduits de type Vm (non testés). En fonction de leur expérience, les fabricants proposent un type de matériau et une épaisseur adaptés à cet usage. Pour les générateurs de chaleur consommant du **bois non traité**, on emploie fréquemment des conduits de type V2 sans que cela ne pose de problème. D'après certains fabricants, des conduits de type V1 pourraient également convenir pour des appareils alimentés en **mazout extra**.

Le tableau ci-dessus, qui reflète l'état actuel de la normalisation, pourrait dès lors subir quelques modifications. Cette matière fait notamment l'objet de la norme NBN EN 1856-1 relative aux conduits de fumée métalliques (actuellement en révision).

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



Exemple de marquage d'un conduit de fumée selon la norme NBN EN 1856-1. Les classes de désignation relatives à la durabilité sont entourées en rouge.



Le constat est unanime : les moyens mis en œuvre pour augmenter la performance énergétique de nos logements sont de plus en plus ambitieux. Cela s'explique par l'augmentation progressive du niveau des exigences de la part des pouvoirs publics et par la multiplication des technologies innovantes et efficaces. Cependant, l'utilisation même du bâtiment a, elle aussi, un impact significatif sur la facture d'énergie.

# Maisons énergétiquement performantes : quelle est leur consommation réelle ?

De janvier à décembre 2016, le CSTC a procédé avec l'Université catholique de Louvain au **relevé de la consommation énergétique (électricité, gaz, mazout, bois ou pellets) de 24 maisons situées en Wallonie**. La plupart de ces habitations ont été construites entre 2008 et 2012 et ont été sélectionnées pour leurs performances énergétiques supérieures aux exigences de l'époque. Cet échantillon comptait par ailleurs cinq maisons passives et présentait une diversité de modes constructifs (ossature en bois, maçonnerie, ...) et d'installations techniques.

Pour seize de ces habitations, la consommation moyenne pour **le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire s'élevait à 8.200 kWh/an**. Quinze relevés ont également montré que la consommation moyenne pour **le chauffage uniquement était de 5.200 kWh/an**. A titre de comparaison, la moyenne obtenue en 2015 pour le parc wallon des maisons unifamiliales s'élevait à 19.500 kWh/an pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire, tandis qu'elle atteignait 16.600 kWh/an pour le chauffage uniquement (\*). Cette différence est due à une enveloppe (isolation, étanchéité à l'air) et à des systèmes performants,

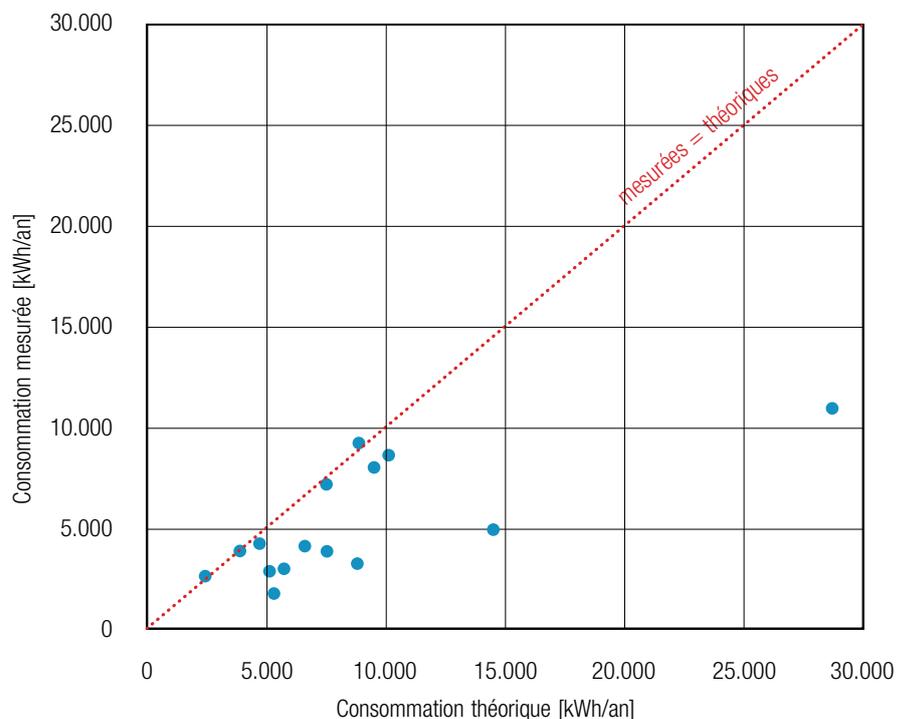
(\*) Ces informations sont extraites du bilan énergétique wallon de 2015 dans le secteur domestique et équivalent. Il a été réalisé par l'ICEDD en octobre 2017.

intégrés dès la conception, ainsi qu'à un comportement économe en énergie des occupants.

## Une optimisation énergétique dès la conception

Divers outils et logiciels existent pour évaluer les performances énergétiques

des bâtiments (PEB, DesignBuilder, EnergyPlus, PHPP, ...). La méthode PEB se différencie plus particulièrement des autres outils par son cadre réglementaire : elle **oblige à construire des bâtiments plus économes en énergie**. La performance calculée considère une occupation et un climat standardisés. Toutefois, la mise en parallèle des calculs avec les consommations



1 | Comparaison des consommations pour le chauffage [kWh/an].



mesurées permet de tirer des enseignements.

Les données de consommation des 24 habitations pour la production d'eau chaude sanitaire et le chauffage ainsi que pour le chauffage uniquement (lorsque c'était possible) ont été comparées aux performances théoriques déterminées par la méthode PEB en vigueur en Wallonie en 2016 (voir graphiques).

Chaque point représente la consommation théorique (axe horizontal) et la consommation réellement mesurée (axe vertical) d'un bâtiment. Si ce point se trouve sous la ligne rouge, la valeur mesurée est inférieure à la valeur théorique. Si le point est au-dessus, elle est supérieure.

Il ressort de ces deux graphiques que les consommations mesurées pour le chauffage (avec ou sans eau chaude sanitaire) sont soit équivalentes soit inférieures aux valeurs théoriques. En moyenne, la consommation réelle représente seulement 71 % de la valeur théorique. Bien que l'écart entre ces deux valeurs puisse sembler important, peut-on véritablement parler d'un écart de performance ?

## La méthode PEB oblige à construire des bâtiments plus économes en énergie.

Tout calcul théorique préalable se base nécessairement sur des hypothèses pouvant s'avérer plus ou moins différentes de la réalité une fois le bâtiment construit. C'est le cas de la méthode PEB, mais aussi de toute autre méthode de calcul théorique. La méthode PEB n'a pas pour finalité d'estimer avec précision la consommation réelle de chaque bâtiment, mais elle fournit un excellent indicateur de ses performances.

### Le comportement de l'utilisateur est un levier important d'économie d'énergie

Les températures intérieures et extérieures ont également été mesurées et une enquête de satisfaction a été menée auprès des occupants.

Les données recueillies ont permis de constater que, pour 13 des 24 maisons, les chambres n'étaient pas chauffées. Malgré l'absence de chauffage, la

température de confort était pourtant atteinte grâce aux systèmes installés dans les autres pièces. Dans 4 des 13 habitations, les occupants ressentait toutefois la température intérieure dans les chambres comme 'un peu trop froide' en hiver.

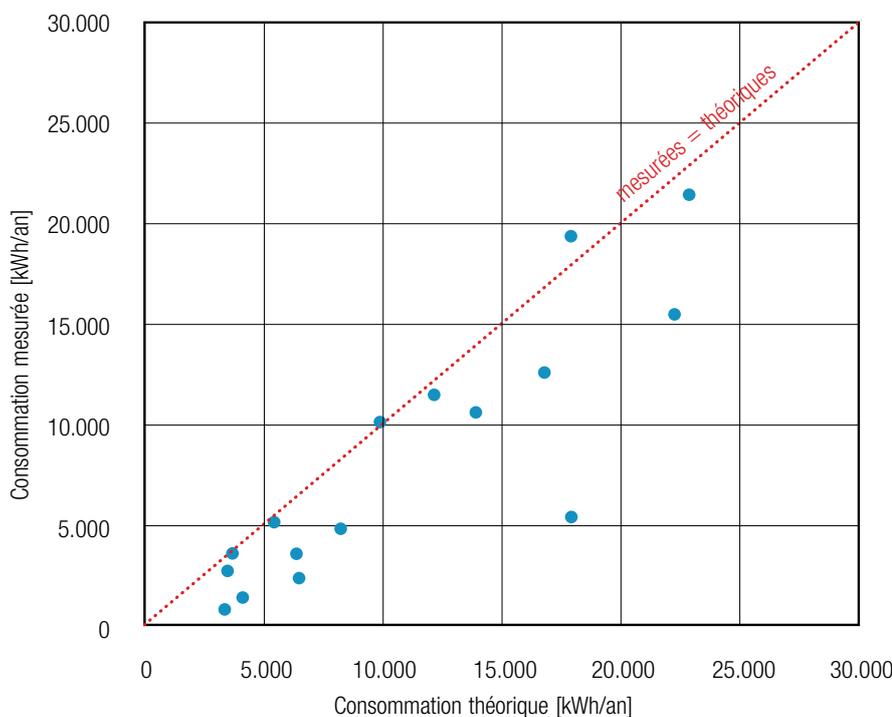
Le réglage de la température de consigne en fonction de l'occupation des différentes pièces de vie n'est pas le seul aspect de la régulation permettant de diminuer la consommation énergétique. Citons entre autres :

- **la régulation en cas d'absence prolongée.** Même lorsque le système de chauffage présente une grande inertie (un seul chauffage local pour l'ensemble de l'habitation, un chauffage par le sol, ...), il est possible de diminuer la température de consigne durant plusieurs jours. Une anticipation de la remise en route du système de chauffage peut néanmoins s'avérer nécessaire
- **l'utilisation modérée des poêles ou inserts à bois ou à pellets.** Puisque ceux-ci contribuent aussi à l'ambiance intérieure des séjours, ils sont souvent utilisés plus qu'il ne faut, ce qui augmente la facture énergétique globale de la maison.

La version longue de cet article abordera également la consommation électrique des bâtiments et fournira un exemple de l'impact du comportement de l'utilisateur sur deux habitations aux performances énergétiques équivalentes.

J. Deltour, ir., chef de projet, laboratoire Caractéristiques énergétiques, CSTC  
V. Vanwilde, ir., chef de projet, laboratoire Lumière, CSTC

Cet article a été rédigé dans le cadre du projet MEASURE subsidié par la Wallonie (DGO4).



## 2 | Comparaison des consommations pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire [kWh/an].



La norme belge NBN S 01-400-1 fixe un certain nombre de restrictions sur le bruit produit par les installations techniques à l'intérieur d'une habitation. Elle ne prévoit cependant aucune exigence pour les installations situées en dehors de la maison, telles que les unités extérieures des pompes à chaleur. D'autres réglementations limitant les niveaux de bruit à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments résidentiels peuvent servir de référence, mais des lacunes subsistent.

## Quelles limites de bruits pour les pompes à chaleur ?

### 1 Emission sonore

L'émission sonore des appareils (exprimée par la puissance sonore) est réglementée au niveau européen. La réglementation en vigueur stipule que le **niveau de puissance sonore  $L_{WA}$**  des unités extérieures des pompes à chaleur caractérisées par une émission de chaleur nominale  $\leq 6$  kW ne doit pas dépasser 65 dB <sup>(1)</sup>. Si l'émission de chaleur est  $\leq 12$  kW ou  $\leq 30$  kW, cette puissance limite est respectivement de 70 dB ou 78 dB. Le niveau de puissance sonore des pompes à chaleur couramment utilisées pour les habitations se situe entre 50 et 65 dB.

### 2 Immission sonore

Outre les exigences en matière de puissance sonore des pompes à chaleur, des restrictions peuvent également s'appliquer au **niveau de pression sonore  $L_{pA}$** , qui exprime l'immission sonore (c'est-à-dire le son perçu à une distance déterminée de la pompe). La législation relative au bruit dans l'environnement étant une compétence régionale, il se peut que les exigences varient d'une Région à l'autre. Il faut en outre faire une distinction entre les pompes à chaleur avec

ou sans obligation de déclaration ou permis d'urbanisme.

#### 2.1 Pompes à chaleur avec obligation de déclaration ou permis d'urbanisme

Les conditions liées à l'obligation de déclaration ou au permis d'urbanisme diffèrent dans les trois Régions et dépendent notamment de la puissance de la pompe, du type de source de chaleur et de la quantité de liquide de refroidissement fluoré.

En **Flandre**, une pompe à chaleur devant faire l'objet d'une obligation de déclaration ou d'un permis d'urbanisme est soumise aux limites sonores des installations classées <sup>(2)</sup> mentionnées dans le *'Besluit van de Vlaamse Regering van 1 juni 1995 houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne'* (VLAREM II). Cet arrêté pose des exigences pour le niveau de pression sonore spécifique aussi bien à proximité des bâtiments habités qu'à l'intérieur des habitations voisines.

En **Wallonie**, une pompe à chaleur soumise à l'obligation de déclaration ou au permis d'urbanisme doit satisfaire

aux valeurs limites générales précisées dans l'Arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 relatif à la procédure et à diverses mesures d'exécution du décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement'. A l'instar de ce qui se passe en Flandre, des exigences sont fixées pour le niveau de pression sonore à proximité des bâtiments habités et à l'intérieur des habitations voisines.

En **Région bruxelloise**, une pompe à chaleur soumise à l'obligation de déclaration ou au permis d'urbanisme doit répondre aux conditions prévues par l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 novembre 2002 relatif à la lutte contre le bruit et les vibrations générés par les installations classées' pour les immissions sonores perçues à l'extérieur des bâtiments et provenant des installations classées. Les exigences concernant les immissions sonores à l'intérieur des bâtiments sont fixées dans l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 novembre 2002 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage'.

#### 2.2 Pompes à chaleur sans obligation de déclaration ou permis d'urbanisme

Pour les pompes de plus petites dimensions qui utilisent l'air comme source de chaleur ou qui sont équipées d'un échangeur de chaleur horizontal sans fluide de refroidissement fluoré, aucune obligation ou permis n'est habituellement requis.

(1) A titre de comparaison, le niveau de puissance sonore moyen d'une tondeuse à gazon est de 90 à 100 dB, celui d'un aspirateur de 70 à 80 dB et celui d'un lave-vaisselle de 40 à 50 dB.

(2) Il s'agit d'activités, d'équipements ou de produits susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement et leurs abords immédiats et qui nécessitent un permis d'environnement ou une déclaration les autorisant.

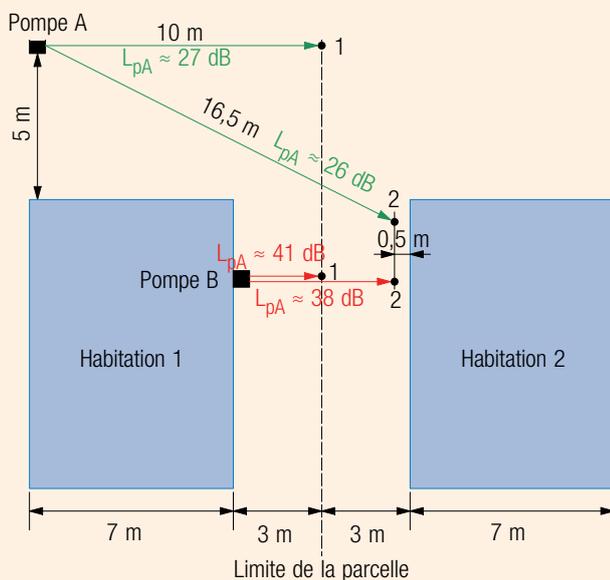


## Exemple

Le schéma ci-dessous illustre le niveau de pression sonore  $L_{pA}$  estimé, causé par deux pompes à chaleur relativement silencieuses d'une puissance sonore  $L_{WA}$  de 55 dB. L'une d'entre elles est placée dans le jardin (pompe A) et l'autre contre la façade (pompe B). Le niveau de pression sonore dépend, entre autres, du niveau de puissance sonore de la pompe, de la distance entre la pompe et le point de mesure et des réflexions possibles du son sur la façade et le sol.

Les niveaux de pression sonore obtenus sont comparés aux exigences en vigueur dans les trois Régions pour une pompe à chaleur située à l'extérieur avec obligation de déclaration. En Flandre et en Wallonie, le bruit doit, si possible, être mesuré à au moins 3,5 m de la façade pour éviter les réflexions (point de mesure n° 1 dans la figure ci-dessous). En Région bruxelloise, les niveaux de pression sonore sont évalués à 0,5 m de l'habitation voisine (point de mesure n° 2). Comme une pompe à chaleur fonctionne également de nuit, les exigences les plus strictes sont d'application de 22 h à 7 h.

Avec la pompe à chaleur placée contre la façade, on ne satisfait pas aux exigences acoustiques en vigueur dans les trois Régions. On pourrait remédier à ce problème en plaçant l'unité extérieure dans le jardin à une distance suffisante de la limite de la parcelle. Si ce n'est pas possible, d'autres mesures doivent être prises, comme choisir une pompe plus silencieuse ou l'installer dans un caisson.



Région	Condition	Pompe A	Pompe B
Flandre	$L_{pA}$ , pt de mesure 1 $\leq 30$ dB	27 dB	41 dB
Wallonie	$L_{pA}$ , pt de mesure 1 $\leq 40$ dB	27 dB	41 dB
Bruxelles-Capitale	$L_{pA}$ , pt de mesure 2 $\leq 30$ dB	26 dB	38 dB

Comparaison entre les exigences en vigueur dans les trois Régions en matière d'immission de bruit des installations classées et le niveau de pression sonore produit par une pompe à chaleur installée dans un jardin ou contre une façade.

En **Région bruxelloise**, l'Arrêté précité relatif à la lutte contre les bruits de voisinage pose non seulement des valeurs limites au bruit extérieur, mais également à la perception, dans le bâtiment, des bruits en provenance du voisinage.

La **Flandre** et la **Wallonie** ne fixent aucune exigence pour les pompes à chaleur non soumises à une obligation de déclaration ou à un permis d'urbanisme. Des exigences peuvent toutefois être prévues au niveau local (par le biais du permis de bâtir ou des règlements de police locale, par exemple).

### 3 Conclusion

Il existe de nombreuses lacunes dans la réglementation acoustique actuelle des pompes à chaleur. Ainsi, les limites de bruit fixées par les réglementations environnementales en Flandre et en Wallonie ne s'appliquent pas à tous les types de pompes et la norme acoustique NBN S 01-400-1 consacrée aux immeubles d'habitation n'établit aucune exigence concernant le bruit des installations placées en dehors de l'habitation. Or, des pompes à chaleur de petites dimensions dont l'installation est mal conçue peuvent engendrer des

nuisances sonores considérables. Des normes et des réglementations supplémentaires sont donc nécessaires. **I**

A. Dijkmans, dr. ir., chef de projet,  
laboratoire Acoustique, CSTC

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: Construction Technology 'Sustainable Building Innovation' subsidiée par la Région de Bruxelles-Capitale.

Pour préparer les futurs professionnels de la construction à relever les défis lancés par le BIM, il est important d'identifier les compétences qui doivent leur être enseignées lors de la formation initiale ou, plus tard, via des formations continues. Le groupe de travail 'Formations' du Comité technique BIM & ICT et du Cluster BIM a fait un premier pas dans cette direction en mettant en place une 'matrice de compétences BIM'.

# Comment identifier les compétences BIM ?

## 1 Objectifs

Pour développer cette matrice, le groupe de travail s'est concentré sur l'identification des compétences BIM à l'échelle du secteur de la construction dans sa globalité, plutôt que sur l'identification des 'rôles BIM' (*BIM manager*, *BIM coordinateur*, ...) et des compétences qui leur sont propres. Les compétences identifiées peuvent néanmoins servir de référence pour qualifier ces rôles (voir § 3).

## 2 Structure de la matrice

Dans la matrice, les compétences BIM sont réparties selon trois thèmes : outils, information et *management*. Chaque thème comporte sept niveaux (de 0 à 6). Les niveaux 1 à 6 sont basés sur la taxonomie de Bloom, qui classe les objectifs d'apprentissage en plusieurs niveaux, du plus simple au plus complexe.

### 2.1 Sept niveaux

- **Niveau 0 – Socle commun**  
Avoir des connaissances générales du BIM, c'est-à-dire connaître les principes généraux, le vocabulaire de base (voir le 'Dictionnaire du BIM sur BIMportal), ... Ce niveau est appelé le 'socle commun', car il reprend les connaissances fondamentales requises pour les trois thèmes.
- **Niveau 1 – Connaissance**  
Savoir manipuler l'information de

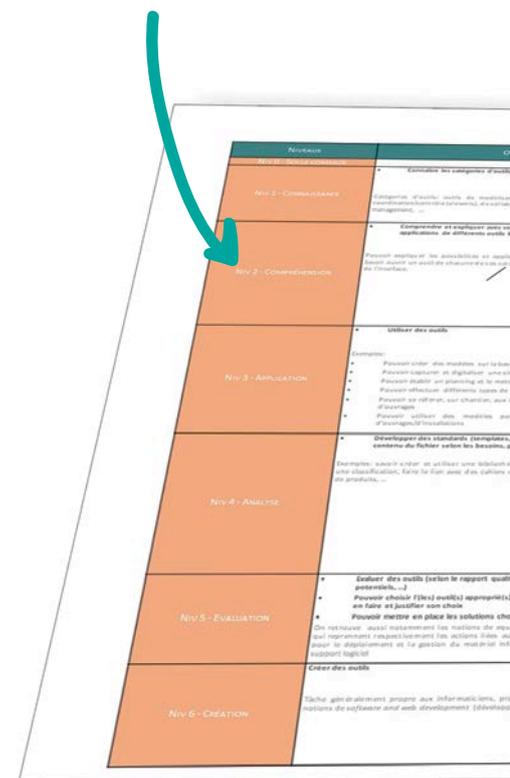
manière basique et restituer les acquis. On retrouve des actions telles que : identifier, lister, distinguer, résumer des informations préalablement assimilées, ...

- **Niveau 2 – Compréhension**  
Savoir traiter l'information après en avoir compris le sens. On retrouve des actions telles que : paraphraser, expliquer, discuter, démontrer, ...
- **Niveau 3 – Application**  
Pouvoir mettre en pratique une règle ou une méthode et mobiliser des connaissances dans une situation définie. On retrouve des actions telles que : utiliser, résoudre, réaliser, développer, ...
- **Niveau 4 – Analyse**  
Examiner l'information en identifiant ses composantes et sa structure. On retrouve des actions telles que : organiser, comparer, catégoriser, argumenter, ...
- **Niveau 5 – Evaluation**  
Savoir émettre des hypothèses et estimer la qualité d'une action, d'un outil ou autre selon certains critères. On retrouve des actions telles que : juger, évaluer, critiquer, justifier, défendre, choisir, ...
- **Niveau 6 – Création**  
Savoir rectifier les outils existants, proposer de nouvelles méthodes et concevoir de nouveaux outils. On retrouve des actions telles que : inventer, réorganiser, proposer, produire, ...

### 2.2 Trois thèmes

Les compétences relatives aux trois thèmes sont décrites de manière générale dans les lignes qui suivent. Pour une vue détaillée des compétences réparties dans les différents niveaux, nous

Les sept niveaux figurent dans la colonne de gauche de la matrice.







Réaliser une offre de prix correcte est l'une des tâches essentielles de l'entrepreneur. Depuis de nombreuses années, le CSTC propose des formations, délivre des conseils personnalisés et met à disposition de ses membres l'outil de calcul CPRO, grâce auquel l'utilisateur peut établir ses devis, indiquer l'état d'avancement de ses activités, dresser ses factures et analyser les résultats pour tous ses travaux de construction.

# Calculez vos coûts avec CPRO 2.0



**A partir d'un seul programme**, l'entrepreneur a la possibilité de suivre l'ensemble de ses projets rapidement et facilement, de l'estimation de l'offre et la réalisation à l'analyse financière après clôture du chantier.

**Le mauvais calcul des coûts est la principale cause de faillite dans le secteur de la construction.** La division Gestion et qualité du CSTC est quotidiennement confrontée à des entrepreneurs commettant le même type d'erreurs. Bon nombre d'entre eux se contentent, par exemple, d'aligner leurs prix sur ceux de leurs concurrents, ce qui s'avère dangereux puisque chaque entreprise a une structure de coûts différente des autres. Certains entrepreneurs travaillent également avec des prix unitaires fixes (50 € le mètre carré, par exemple). Cette manière de procéder comporte des risques elle aussi, car chaque projet est différent et possède ses propres complexités. Appliquer un prix fixe sans même savoir si les coûts sont couverts ne peut jamais convenir à tous les types de projets. Il existe même des entrepreneurs qui n'effectuent jamais de calculs de coûts et qui basent leurs prix uniquement sur une évaluation approximative.

Ce qui distingue CPRO des autres applications de calcul est que cet outil fait **le lien entre l'analyse des coûts de l'entreprise, d'une part, et les paramètres de calcul pour tous les projets, d'autre part.**

Pour que cette analyse soit correcte, il est toutefois nécessaire que l'utilisateur identifie les coûts périodiques de main-d'œuvre, de sous-traitance, de matériel et de services facturables sur les divers projets (coûts directs). Il ne doit pas non plus omettre les frais de fonctionnement de l'entreprise (coûts indirects), lesquels comprennent notamment les amortissements et les frais de personnel administratif. Sur la base de ces données, l'entrepreneur est en mesure de calculer combien il doit facturer à ses clients pour couvrir ses frais.

Démarrer avec CPRO demande du temps et de l'énergie, car il convient de décomposer chaque poste en une multitude de fiches de ressources. Cependant, une

fois toutes les données introduites, l'utilisateur n'a plus qu'à désigner les matériaux requis, à sélectionner les normes de temps et à indiquer les bonnes surfaces ou quantités. **Le calcul s'opère ensuite automatiquement.**

**Cet outil est entièrement gratuit pour les membres du CSTC.** Pour l'utiliser, il suffit de s'inscrire sur [cpro.cstc.be](http://cpro.cstc.be) (aucune installation n'est nécessaire). Après inscription, un e-mail de confirmation est envoyé à l'adresse communiquée à l'étape précédente. Il ne reste plus qu'à cliquer sur le lien figurant dans cet e-mail pour découvrir CPRO.

*Division Gestion et qualité, CSTC*



Page d'accueil de CPRO.

# Cours d'hiver du CSTC



## Construire plus efficacement grâce au Lean

Ce cours se déroulera sur deux soirées à :

<b>Perwez</b> (IFAPME) :	mercredis 16 et 23 janvier 2019
<b>Mons</b> (IFAPME) :	mercredis 30 janvier et 6 février 2019
<b>Bruxelles</b> (ECAM) :	mercredis 13 et 20 février 2019
<b>Verviers</b> (IFAPME) :	mercredis 13 et 20 mars 2019



## Réalisation d'ouvrages en béton apparent

Ce cours se déroulera sur deux soirées à :

<b>Gembloux</b> (IFAPME) :	lundis 4 et 11 février 2019
<b>Mons</b> (IFAPME) :	mercredis 13 et 20 février 2019
<b>Bruxelles</b> (ECAM) :	mercredis 27 février et 13 mars 2019
<b>Grâce-Hollogne</b> (ConstruForm) :	mercredis 27 mars et 3 avril 2019

Inscrivez-vous sur [www.cstc.be](http://www.cstc.be) (rubrique 'Agenda').

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

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

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

[www.cstc.be](http://www.cstc.be)

## Recherche • Développe • Informe

Principalement financé par les redevances de quelque 85.000 entreprises belges représentant la quasi-majorité des métiers de la construction, le CSTC incarne depuis plus de 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 agrément

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 (UBAtc), le Centre est idéalement placé pour identifier les besoins futurs des divers corps de métier et les y préparer au mieux.

### Diffusion du savoir et soutien aux entreprises

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

La formation et l'assistance technique personnalisée contribuent au devoir d'information. Aux côtés de quelque 650 sessions de cours et conférences thématiques impliquant les ingénieurs du CSTC, plus de 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](mailto:info@bbri.be)  
site Internet : [www.cstc.be](http://www.cstc.be)

### BUREAUX

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

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

### STATION EXPÉRIMENTALE

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

- recherche et innovation
- formation
- bibliothèque

### CENTRE DE DÉMONSTRATION ET D'INFORMATION

Marktplein 7 bus 1, B-3550 Heusden-Zolder  
tél. 011/79 95 11  
fax 02/725 32 12

- centre de compétence TIC pour les professionnels de la construction (ViBo)
- centre d'information et de documentation numérique pour le secteur de la construction et du béton (Betonica)

### BRUSSELS MEETING CENTRE

Boulevard Poincaré 79, B-1060 Bruxelles  
tél. 02/529 81 29

### BRUSSELS GREENBIZZ

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