

Edition spéciale 50 ans !

Le CSTC célèbre ses 50 printemps (p. 1)

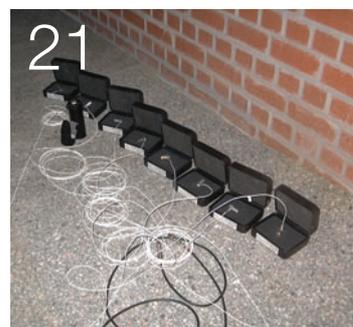
Le CSTC hier et aujourd'hui (p. 2)

L'avenir, c'est déjà demain (p. 5)

Les Comités techniques, miroir des métiers (p. 6)

Publications et formations au CSTC (p. 24)

A large, three-dimensional logo of the letters 'CSTC' in a light teal color with a white outline. The logo is mounted on a dark grey, textured stone or concrete wall. The letters are slightly shadowed, giving them a 3D appearance. The background shows a modern building with large glass windows reflecting the sky.



SOMMAIRE MARS 2009

''Qu'il s'agisse de la qualité, de la quantité ou du rendement de la production, qu'il s'agisse des 'solutions techniques' ou des 'solutions de coût', le principe d'intervention d'un Centre De Grootte reste le même : les progrès de la technique sont pour tous. L'élévation de la capacité de la branche sera le fait d'une majorité, non d'une minorité d'entrepreneurs. Les travaux du CSTC s'ouvrent à la collectivité professionnelle tout entière, non seulement dans le présent, mais aussi lorsqu'ils s'appliqueront aux évolutions futures''.

Pierre Holoffe,
président-fondateur du CSTC, 1971

- 1 Le CSTC célèbre ses 50 printemps
- 2 Le CSTC hier et aujourd'hui
- 5 L'avenir, c'est déjà demain
- 6 Les Comités techniques, miroir des métiers
- 7 Gros œuvre : un thème à plusieurs facettes
- 10 Des rendements supérieurs à 100 %
- 11 La peinture est plus ancienne qu'on pourrait le croire
- 12 Le carrelage, des pharaons à nos jours
- 13 Le verre et ses applications ... une *success-story*
- 14 La toiture plate en constante évolution
- 15 De la toiture étanche à la couverture multifonctionnelle
- 16 Installations sanitaires : de Cnossos à la navigation spatiale
- 17 Le menuisier : un artisan d'une très grande technicité
- 19 Enduire : décorer l'intérieur, isoler l'extérieur
- 20 Pierre et marbre : intemporels et modernes
- 21 Changement de climat acoustique
- 22 Plus de confort avec moins d'énergie
- 23 La gestion au cœur de l'entreprise
- 24 Publications et formations au CSTC

Le CSTC célèbre ses 50 printemps

Célébrer ses 50 ans pour un organisme comme le nôtre n'est pas un événement banal que l'on peut passer sous silence. Centre collectif menant des recherches scientifiques, mais aussi des recherches appliquées, le CSTC est devenu un véritable pôle de connaissances au service de la construction, solidement ancré dans l'histoire et doté d'une vision claire de l'avenir. Nul ne peut toutefois prétendre évoluer dans la bonne direction en faisant abstraction de son passé.

✍ *C. De Pauw, ir., directeur général du CSTC*
R. Lenaers, ir., président du CSTC

Un anniversaire aussi prestigieux que 50 ans d'existence offre l'occasion à notre institution de se pencher sur son histoire et d'évoquer les personnalités et les circonstances qui ont présidé à sa création. L'événement permet aussi de revenir sur les efforts que le CSTC a déployés sans relâche, dès les origines et au fil de décennies d'évolutions rapides, tant économiques que sociales et politiques, pour s'imposer comme le centre de connaissances et d'informations que nous connaissons aujourd'hui.

Dès 1946, Pierre Holoffe, fondateur du CSTC et ingénieur-entrepreneur visionnaire, est convaincu de la force que peut représenter un centre de recherche collective mettant en

commun les ressources de plusieurs milliers d'entreprises de construction. Une entreprise isolée ne peut en effet acquérir et exploiter seule des connaissances telles que celles qui émanent d'une recherche menée de manière conjointe.

Cette épopée, nous avons tenté de la retracer, dans ces quelques pages, à travers le regard de chacun des corps de métier, de chacune des spécialités qui constellent le secteur de la construction. Il nous était évidemment impossible de citer ici toutes les actions, tous les événements et tous les acteurs qui ont œuvré avec acharnement à l'édification, au développement et au rayonnement du CSTC.

C'est pourquoi nous invitons le lecteur intéressé à découvrir prochainement un ouvrage commémoratif dont les deux tomes évoqueront respectivement l'histoire du Centre et ses perspectives d'avenir.

Sous le titre 'La passion de construire', le second volume de ce livre, fidèle à la tradition visionnaire du CSTC, se penchera notamment sur les développements auxquels le secteur dans ses différentes composantes sera confronté dans un futur proche, tant sur le plan des matériaux, techniques et technologies qu'en matière de gestion d'entreprise.

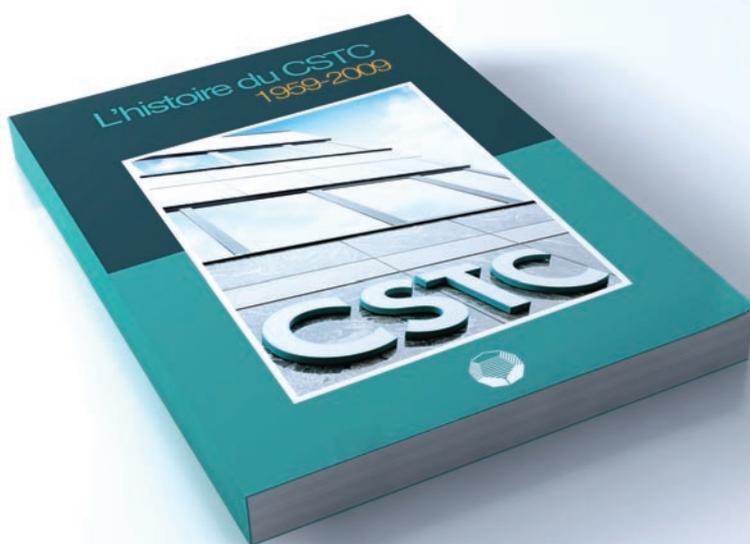


Pierre Holoffe, fondateur du CSTC.

Nous nous projeterons ensuite à l'horizon 2050, au risque de nous exposer aux mêmes railleries que celles rencontrées par les chercheurs visionnaires au début du siècle dernier. Nous serons toutefois largement récompensés si ne fût-ce qu'une poignée des idées avancées se concrétisait sous l'une ou l'autre forme d'ici une quarantaine d'années. Nous pourrions alors nous enorgueillir d'avoir contribué à l'une des missions majeures dévolues au Centre : le progrès du secteur et l'amélioration du bien-être.

Nous passerons également en revue, dans ces deux volumes, le fonctionnement des Comités techniques, ces organes dont le rôle est fondamental dans l'action du Centre. Le premier tome consacré à l'histoire du CSTC retracera les multiples évolutions qui ont jalonné leur existence au fil des ans.

Le rêve des pionniers est devenu réalité en 1959, si bien que le secteur dispose aujourd'hui, avec son centre de recherche, d'un instrument puissant lui permettant d'affronter les nouveaux défis qui ne manqueront pas de se faire jour. ■



Depuis sa création, en 1959, le CSTC s'est appliqué à remplir avec conviction et créativité les grandes missions dévolues aux Centres de Recherche Collective, à savoir : améliorer la qualité et la productivité dans le secteur par le biais de la Recherche, du Développement et du Transfert des connaissances, renforcer la compétence des professionnels, stimuler l'innovation en anticipant les évolutions et valoriser l'image de la branche.

M. Wagneur, ing., directeur de l'Information, CSTC

Au fil des décennies, le CSTC s'est profilé comme le Centre de référence en matière d'acquisition et de transfert des connaissances scientifiques et technologiques dans le domaine de la construction.

Dans l'accomplissement de ses tâches, qui concernent aujourd'hui pas moins de 78.000 entreprises et artisans, mais aussi les auteurs de projet, bureaux d'études, administrations et, indirectement, les consommateurs, le CSTC s'est toujours fixé comme objectifs :

- de réduire le caractère pénible de certains travaux
- d'accroître les performances des matériaux
- d'améliorer le confort de nos lieux de vie et de travail

- de promouvoir le progrès en vue de réduire les délais d'exécution et, donc, d'augmenter la rentabilité
- de favoriser le respect de l'environnement.

Nous verrons ci-après comment le Centre, au cours de ses 50 années d'existence, a très souvent anticipé les évolutions sociétales et réagi à certains événements accidentels.

Nous inspirant des principaux aspects pris en compte dans le cadre de la construction durable, nous avons constaté que, si ce thème a connu un regain de succès au tournant du siècle (avec l'ouverture en 2002 du Centre CEDUBO dédié à la construction durable), il a été à la base d'une majorité de nos activités, puisque celles-ci ont toujours eu pour finalité la réalisation d'ouvrages de qualité conciliant les dimensions écologique, sociale et économique.

ISOLATION THERMIQUE, PUPILLE DE LA CRISE ÉNERGÉTIQUE

Nous n'avons pas attendu la crise énergétique des années '70 pour encourager l'amélioration de l'isolation thermique des bâtiments

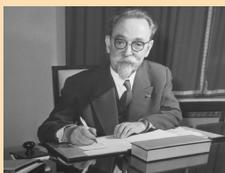
et l'adaptation des installations de chauffage. Dès le milieu des années '60, les recherches portent sur les déperditions de chaleur, le comportement hygrothermique des murs extérieurs, la conductivité thermique des matériaux, l'émission calorifique des radiateurs et, déjà, le chauffage par rayonnement, précurseur des systèmes à basse température.

Simultanément, nos chercheurs se préoccupent de l'étanchéité à l'air et à l'eau des menuiseries, des façades et des toitures, de la conception des circuits aérauliques et des installations de ventilation mécanique contrôlée.

Afin de diffuser le message des nécessaires économies d'énergie au sein du grand public, nous participons à l'opération 'Monsieur Calorie', mise sur pied en 1975 par le ministère des Affaires économiques, ainsi qu'à plusieurs émissions de télévision portant sur ce thème.

Au milieu des années '80, deux maisons identiques (IDEE) sont érigées sur le site de Limelette, dans le but d'étudier en grandeur nature l'intégration des différentes possibilités d'économie d'énergie (utilisation passive des ressources naturelles et production d'eau chaude solaire).

1959



Création du CSTC

1964



Limelette : construction des premiers bâtiments expérimentaux

1968



Limelette :
- inauguration du bâtiment A
- visite de Sa Majesté le Roi Baudouin

Recherche sur la reconnaissance des sols et le tassement des constructions (1960) – Création du SRT et du TechCom (1962) – Création de la Division opérationnelle (1965) – Etude des maçonneries portantes (1966-1967) – Cahier des charges pour constructions privées (I) et (II) (1970-1972)

1991



Woluwé-St.-Etienne : acquisition des bureaux

1996



Limelette : construction de la maison 'Vent'

1998



Limelette : rénovation et monitoring énergétique du bâtiment Probe

VENTS DE TEMPÊTE

Création de BCCA (1992) – Création de l'EOTA (1993) – Création de BCQS (1994) – Premier site Internet du CSTC (1996) – Recherche sur l'action du vent (1996) – Construction du bâtiment 'Lumière' (1999) – Apparition des premières Antennes Normes (1999) – Recherche sur les problèmes de décollement d'enduit (1999) – Création de la Cellule Brevets (2000)

Après avoir créé un service de calcul des installations encourageant les installateurs à affiner le dimensionnement du chauffage, nous prenons part à la normalisation en la matière et aux différentes réglementations énergétiques régionales, qui s'avèrent être des incitants à l'innovation.

GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

Le CSTC a toujours veillé à ce que les matériaux de construction prélevés dans la nature le soient de façon rationnelle et que leurs caractéristiques soient en adéquation avec leur application dans le bâtiment.

A la fin des années 1970, nos chercheurs innovent dans des domaines qui ont gardé toute leur actualité :

- durabilité et entretien du béton
- démolition, recyclage et démontage des constructions
- réutilisation des déchets dans la construction
- rénovation, entretien.

En 1989, nous nous penchons sur le démantèlement des centrales nucléaires et participons, près de 10 ans plus tard, à la création d'un Centre de regroupement et de tri des déchets, encourageant les entreprises à mieux gérer leurs débris.

Cerise sur le gâteau : en 2001, après 5 années d'études soutenues par la Commission européenne, nous inaugurons la maison 'Recyhouse' entièrement réalisée au moyen de produits recyclés.

En matière d'utilisation rationnelle de l'eau, on peut voir que, dès le milieu des années '60, le CSTC se préoccupe de la résistance des ouvrages en béton à la corrosion par les eaux d'égout. Ces préoccupations se sont prolongées, puisqu'en 1975, nous menons une enquête sur l'état des stations d'épuration de notre pays et étudions les systèmes d'épuration individuelle des eaux usées, le mode de traitement des eaux sanitaires et les moyens de protéger les canalisations métalliques contre la corrosion.

Dans un contexte analogue, nous nous penchons très tôt sur la problématique de la pollution de l'eau par la légionelle et participons activement, début 2000, aux réglementations en la matière.

PERFORMANCES ET DURABILITÉ DES MATÉRIAUX

Il s'agit d'un thème auquel le CSTC s'attelle dès sa création puisque, bien avant qu'il ne dispose de laboratoires, les sujets traités dans ses publications concernent la connaissance des caractéristiques des matériaux. Par ailleurs, les premiers bâtiments destinés à abriter nos laboratoires sont eux-mêmes expérimentaux, dans la mesure où ils possèdent une enveloppe et des finitions destinées à être testées et étudiées.

Si, dans le domaine du béton, les premières recherches portent sur le contrôle des caractéristiques et sur les techniques de précontrainte, elles évoluent très rapidement vers

l'amélioration des performances (pour en arriver, en 2006, aux bétons à ultra-hautes performances), la facilitation de la mise en œuvre (béton autocompactant), l'obtention d'un meilleur aspect et l'amélioration de la résistance à la corrosion des armatures, en passant par le béton armé de fibres et les bétons légers structurels (1974).

En matière de maçonnerie, le Centre s'applique, dans un premier temps, à étudier les structures portantes. Puis, les hivers rigoureux de la fin des années '70 aidant, des recherches de grande ampleur sont entamées pour déceler les causes des dégâts dus au gel et proposer des remèdes.

Le problème de la gélivité des briques, des tuiles ou des carrelages fait déjà l'objet d'une publication en 1962 et est à la base de plusieurs programmes de recherche. Plus récemment, l'arrivée des normes européennes génère de nouveaux essais en la matière.

Dès 1975, des recherches sont conduites dans le domaine de la maçonnerie armée, tandis que les maçonneries collées font l'objet d'investigations à partir de 2001.

Dans les années '60 et '70, les enduits traditionnels à base de chaux posent de nombreux soucis aux peintres qui doivent les parachever et sont le thème de recherches effectuées à la demande de ces derniers. Plus tard, nous consacrerons une étude au problème du décollement des enduits au plâtre appliqués sur des bétons de plus en plus jeunes et de plus en plus lisses.

<p>1971-1976</p> <p>INDUSTRIALISATION - PRÉFABRICATION</p> <p>Limelette : construction du bâtiment B, du hall acoustique, du bâtiment Smets et du grand hall</p>  <p>PREMIÈRE CRISE ÉNERGÉTIQUE</p>	<p>1977</p> <p>Limelette : essai global</p>	<p>1984</p> <p>PREMIER RÈGLEMENT THERMIQUE</p> <p>Limelette : construction des maisons 'IDEE'</p>  <p>DÉGÂTS DE GEL DANS LES MAÇONNERIES</p>	<p>1989</p> <p>Directive 'Produits de construction'</p>
<p>Guide des performances (1974-1976) – Publication des premiers ATG (1978) – Première Guidance technologique sur l'énergie (1980) – Recherche sur l'action du gel sur les maçonneries (1982-1986) – Mise en place des systèmes 'qualité' (1984-1985)</p>			
<p>2001</p>  <p>Limelette : inauguration de la maison Recyhouse</p> <p>RECYCLAGE DES MATÉRIAUX</p>	<p>2002</p>  <p>Heusden-Zolder : inauguration du Centre de construction durable (CeDuBo)</p> <p>CONSTRUCTION DURABLE</p>	<p>2007</p>  <p>Heusden-Zolder : inauguration du Centre de construction virtuelle (ViBo)</p> <p>INFORMATIQUE ET CONSTRUCTION</p>	<p>2009</p>  <p>50^e anniversaire du CSTC</p>
<p>Etude sur les maçonneries collées (2001) – Recherche sur la résistance à l'effraction (2002) – Procédure d'avis énergétique (2003) – E-CSTC et CSTC-Contact (2004) – Recherche sur l'accessibilité des constructions (2005) – Recherche sur les planchers mixtes (2006) – Recherche Durabois (2006) – Instauration du marquage CE (2006-2007) – Mise en ligne de la e-NIT 228 (2006) – Roadshow sur le marquage CE et les labels volontaires (2008)</p>			

Outre l'adhérence des mortiers, mastics et colles, des recherches et des études sont menées tout au long de l'existence du CSTC dans le domaine des peintures et des revêtements de sol souples. Les délais d'exécution des constructions sont devenus tels que nous en-tamons, en 1993, une étude fondamentale sur le transfert de l'humidité dans les matériaux; celle-ci se poursuit toujours par des campagnes de mesures.

Si, dans le courant des années '70, les menuiseries en bois indigène sont progressivement remplacées par des menuiseries en bois exotique, le comportement de certains de ces derniers et le retour en grâce des bois du pays justifient, quelque 30 ans plus tard, des études et recherches visant à mieux évaluer l'aptitude à l'emploi de ces matériaux et à en améliorer la durabilité.

L'action du vent sur les constructions – et plus particulièrement sur les toitures – devient très tôt un sujet d'investigations. Mais ce sont les tempêtes du début des années '90 qui signent le démarrage d'une recherche plus fondamentale sur l'action du vent sur les constructions semi-perméables et, dans la foulée, l'édification d'un bâtiment orientable pour mieux en étudier les effets réels.

Le vitrage est probablement un des composants du bâtiment qui a connu, ces 50 dernières années, les évolutions les plus remarquables. L'amélioration de ses performances en matière d'isolation thermique et acoustique, de protection solaire et anti-effraction et, plus récemment, les réalisations structurales (VEC, planchers, aquariums, ...) sont suivies de près dans le cadre de l'agrément technique, mais également des techniques de mise en œuvre.

UTILISATION DU SOL ET DU TERRITOIRE

La rentabilisation de certains sites pousse le CSTC, pratiquement dès sa création, à se pencher sur la problématique des sols, soit parce que leurs performances sont médiocres, soit parce que les charges transmises sont considérables. En matière de fondation, la recherche porte, dès le début des années '60, sur la reconnaissance des sols et le tassement des constructions sur fondations superficielles. Cette recherche sera rapidement suivie par diverses publications. Au début des années '70, une NIT traite du blindage des fouilles, tandis qu'à la fin de la même décennie, une publication très élaborée fera le point sur les procédés de fondations profondes et d'infrastructure.

Depuis, les recherches sont axées sur la portance des pieux, les performances des pieux vissés, les tirants d'ancrage, la pente naturelle des talus ou encore la technique du 'soil mixing'.

DÉVELOPPEMENT ET NORMALISATION

Intimement liées à la Recherche, ces activités ont pris de l'ampleur au début des années 1970, lorsque le Centre a pu disposer de laboratoires dignes de ce nom. C'est en effet à cette époque que les industriels font appel à nos services pour tester et améliorer les performances de leur production.

L'année 1978 correspond à notre participation active à l'agrément technique des matériaux de construction, facteur accélérateur de nos actions de développement.

ASSISTANCE TECHNIQUE

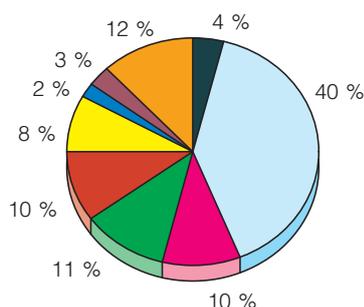
Très peu de temps après sa création, le CSTC donne le jour au 'Service des Renseignements techniques', avec pour objectif d'apporter des réponses concrètes aux questions techniques des entreprises. Rebaptisé aujourd'hui 'Département Avis techniques et Consultance', il traite annuellement plus de 20.000 questions téléphoniques, donne quelque 6.000 avis écrits et effectue plus de 1.100 visites de chantier.

A partir de 1978, notre Centre met en place des Guidances technologiques et des STI (Stimulation thématique à l'innovation) subsidiées par les Régions, dont le but est de mieux faire pénétrer, mais également de susciter l'innovation au sein des entreprises. Nous encadrons actuellement 10 Guidances et 3 STI.

Depuis 1999, le CSTC dispose, grâce au SPF Economie, d'Antennes Normes visant à aider les professionnels de la construction à retrouver leur chemin dans le dédale des normes, dont l'évolution a été considérable au cours des dernières années.

FORMATION – PUBLICATIONS – DOCUMENTATION

Depuis sa création, le Centre assure un transfert des connaissances par le biais de cours, conférences, journées d'études ou séminaires. Ces formations concernent bien évidemment les différentes technologies applicables à la construction, mais également la gestion et l'informatique appliquée.



Le CSTC a, dès le départ, veillé à diffuser l'information via ses publications et à mettre à la disposition des professionnels la documentation la plus complète et la plus actuelle possible. Cherchant à tenir compte de la mobilité de ces derniers, de leur spécialisation et de leur profil, nos publications ont sans cesse évolué, passant du cahier, à la revue, au magazine, à l'Infolettre, pour en arriver au CSTC-Contact, qui doit être perçu comme un incitant à consulter des dossiers plus complets sur notre site (www.cstc.be).

Immuables dans le paysage des publications, nos Notes d'information technique continuent à refléter les règles de l'art de la profession, tout en étant de plus en plus consultées sur support informatique.

La documentation donne également lieu à la création de banques de données consultables sur notre site. Ainsi, la banque de données technico-commerciales 'TechCom' – qui voit le jour en 1962 et comporte déjà à l'époque 17.000 fiches – propose actuellement 37.500 entrées reliant marques, produits et firmes. Un outil très recherché puisqu'il fait annuellement l'objet de plus de 2.000.000 d'interrogations.

Quant à la bibliothèque, elle a comporté très tôt un grand nombre d'ouvrages et de revues dont les analyses sont aujourd'hui accessibles via la banque de données Diffudoc.

CONCLUSION

Quelle meilleure conclusion pourrait-on trouver que ce qu'écrivait en 1971 Pierre Holoiffe, Président-fondateur du CSTC et grand visionnaire :

“Qu'il s'agisse de la qualité, de la quantité ou du rendement de la production, qu'il s'agisse des 'solutions techniques' ou des 'solutions de coût', le principe d'intervention d'un Centre De Groote reste le même : les progrès de la technique sont pour tous. L'élévation de la capacité de la branche sera le fait d'une majorité, non d'une minorité d'entrepreneurs. Les travaux du CSTC s'ouvrent à la collectivité professionnelle tout entière, non seulement dans le présent, mais aussi lorsqu'ils s'appliqueront aux évolutions futures”. ■

Domaines d'intervention du département Avis techniques et Consultance.

- Ouvrages géotechniques
- Revêtements durs des murs et du sol
- Maçonneries
- Toitures
- Menuiserie et vitrerie
- Equipements techniques
- Confort acoustique
- Energie et climat intérieur
- Béton

L'avenir, c'est déjà demain

Tenter de prédire l'avenir de la construction est un exercice périlleux, mais ô combien enrichissant. Les ingénieurs du CSTC ont relevé ce défi avec d'autres et préparent actuellement la rédaction d'un ouvrage visionnaire sur la construction de demain. Sans vouloir en déflorer le contenu, nous levons néanmoins un coin du voile sur quelques-uns des thèmes traités.

✍ C. De Pauw, ir., directeur général du CSTC

BIOMIMÉTISME : LA NATURE COMME EXEMPLE

Le biomimétisme est une science relativement récente qui vise à imiter (mimétisme) et à s'inspirer de la nature (bio) pour guider les développements technologiques futurs. Riches d'une expérience de plusieurs milliards d'années, la flore et la faune ont toujours eu besoin de s'adapter pour survivre à un environnement parfois hostile.

Tel est notamment le cas des termites d'Afrique qui, confrontés à des températures oscillant entre 42 °C le jour et 3 °C la nuit, bâtissent leur termitière selon un réseau complexe de galeries et de canaux qu'ils enterrent partiellement. La température constante qui y règne laisse entrevoir la possibilité, pour l'être humain, de mieux réguler la consommation énergétique de ses bâtiments.

Dans le registre de la production d'énergie, l'étude des blattes et, plus particulièrement, de leurs milliers de centres de photosynthèse de taille moléculaire pourrait révolutionner les cellules solaires de demain. Il ne s'agira pas uniquement d'accroître leur rendement, mais

également de les produire de manière plus économique et plus respectueuse des ressources en matières premières.

Les grandes opinions que l'on s'est forgées sont même parfois remises en cause par l'observation de certains végétaux. C'est ainsi que la microstructure rugueuse de la feuille de lotus tend à nous démontrer qu'une surface ne doit pas nécessairement être lisse pour être autonettoyante. Intégré à de nouvelles générations de peintures, cet 'effet lotus' augure d'un avenir naturellement plus propre et plus parcimonieux dans l'usage d'agents nettoyants toxiques.

DES BÂTIMENTS TOUJOURS PLUS ÉLEVÉS ET FLOTTANTS

Les évolutions architecturales sont souvent en phase avec celles de la société, dictées par des contraintes environnementales et locales. De tout temps, cependant, l'homme a cherché à construire plus haut, que ce soit par défi technique ou par motivation religieuse. Les exemples sont nombreux et trouvent certainement leur origine historique dans la pyramide de Kheops (ou grande pyramide de Gizeh) qui, au temps des pharaons, culminait déjà à 146 mètres et resta longtemps la plus haute construction au monde.

Depuis lors se succédèrent les multiples cathédrales d'Europe, la tour Eiffel, l'*Empire State Building* ... et, tout récemment, la *Burj Dubai* dont la hauteur finale dépassera les 800 mètres lors de son achèvement en 2009. La course au prestige n'est pas près de s'arrêter, puisque des

projets atteignant le kilomètre, le mile, voire le double mile (3,22 km) de hauteur sont déjà en gestation. Pour répondre aux nombreuses contraintes techniques que de telles hauteurs imposeront, la forme des bâtiments se rapprochera sans doute davantage de celle d'une pyramide que d'une tour.

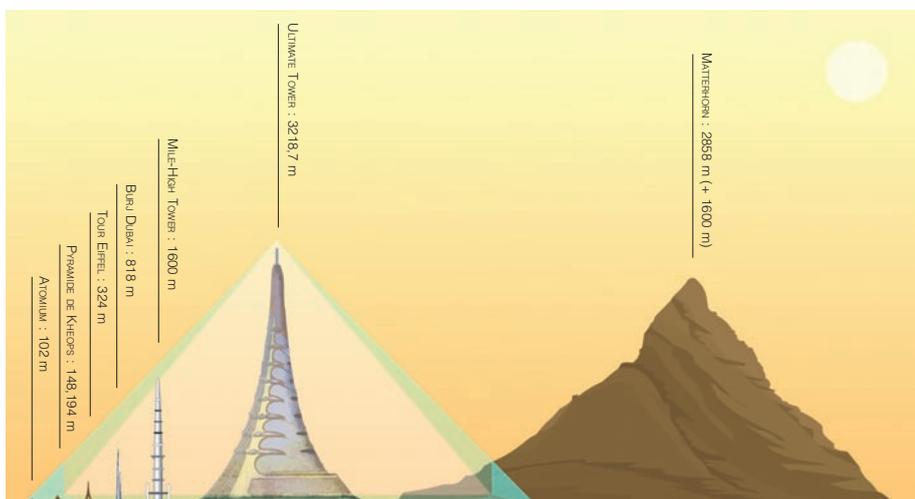
Loin de la vanité humaine et de la compétition technologique permanente, certains pays tentent de trouver des solutions à la surpopulation mondiale, à la raréfaction des terres bâissables, mais aussi au réchauffement climatique et à la montée du niveau des eaux.

C'est ainsi qu'à côté des constructions flottantes des Indiens Uru sur le lac Titicaca, des plateformes *off-shore*, des casinos, aéroports et autres ponts flottants, le futur se construira davantage sur l'eau, voire même sous l'eau et/ou sous terre. Des villes flottantes entières pourraient ainsi voir le jour au cours de ce siècle, inspirées probablement de ces maisons qu'affectionnent déjà nos voisins hollandais ou du projet américain de *freedom ship* que l'on peut comparer à une sorte de 'ville' de croisière.

CONSTRUIRE PLUS LOIN

Après des décennies de conquête spatiale, l'homme songe à coloniser de nouvelles planètes. Si d'aucuns perçoivent déjà la Lune comme une source d'énergie potentielle grâce au rendement optimal des panneaux solaires qui pourraient y être installés, la NASA nuance cet engouement. Dans son étude de la future station lunaire, elle privilégie l'énergie nucléaire comme source énergétique sur place et songe aux moyens de construction locaux pour alléger le coût de transport des matières premières. L'envoi de robots constructeurs pourrait même être effectif d'ici 2020, afin de préparer l'arrivée des astronautes colonisateurs dès 2050.

Ces quelques exemples sélectionnés parmi d'autres laissent déjà deviner les contours des bâtiments du futur. Cependant, nombre de regards convergent aujourd'hui vers le monde de la construction et les réponses qu'il sera à même d'apporter aux grands défis de notre siècle. Qu'il s'agisse de solutions aux problèmes environnementaux, sociaux ou économiques, c'est donc dans la recherche et l'innovation que se forgera l'avenir. Et l'avenir, c'est déjà demain ! ■



Institués, en vertu de l'arrêté-loi De Groote (1947) et des statuts du CSTC (1959), aux côtés des plus hautes instances dirigeantes que sont le Conseil général et le Comité permanent, les Comités techniques sont, pour le Centre, d'authentiques creusets scientifiques et techniques.

C. De Pauw, ir., directeur général du CSTC

Les Comités techniques sont présidés par un entrepreneur de construction, entouré de plusieurs confrères, d'autres experts de la branche et d'ingénieurs-animateurs du Centre. Ils ont pour mission d'orienter les actions de recherche dans le ressort de leur compétence et de veiller à ce que les résultats de ces travaux soient diffusés par les moyens les plus efficaces.

Le règlement d'ordre intérieur précise notamment ce qui suit :

'Les Comités Techniques se composent au maximum de vingt personnes, qui ont des compétences scientifiques et/ou techniques particulières. Les entrepreneurs membres des Comités Techniques sont des praticiens étant toujours actifs dans leur spécialité et appartenant aux petites, moyennes et grandes entreprises de construction. Les architectes, les bureaux d'études, les producteurs de matériaux ou de produits de construction, les maîtres d'ouvrages du secteur public ou privé, les organismes de recherche, les représentants du monde académique ou des hautes écoles, ..., peuvent également faire partie des Comités Techniques. [...] Ils peuvent constituer en leur sein des groupes de travail, qu'ils investissent d'une tâche définie et temporaire entrant dans le cadre de la mission générale ...'.

Pour chaque Comité technique, le Centre nomme un ou plusieurs ingénieurs-animateurs qui apportent leur soutien effectif aux activités projetées tant par le Comité concerné que par ses différents groupes de travail.

L'une des missions principales de ces collègues spécialisés consiste à définir l'orientation des recherches selon une approche dite 'de la base au sommet', considérée comme fondamentale au CSTC. Grâce à cette stratégie, c'est le secteur lui-même qui, en concertation avec les ingénieurs du Centre, détermine les besoins en matière de recherche, à l'inverse de la méthode 'du sommet vers la base' dans laquelle

Les Comités techniques, miroir des métiers

Les Comités techniques dans l'ordre chronologique de leur installation.

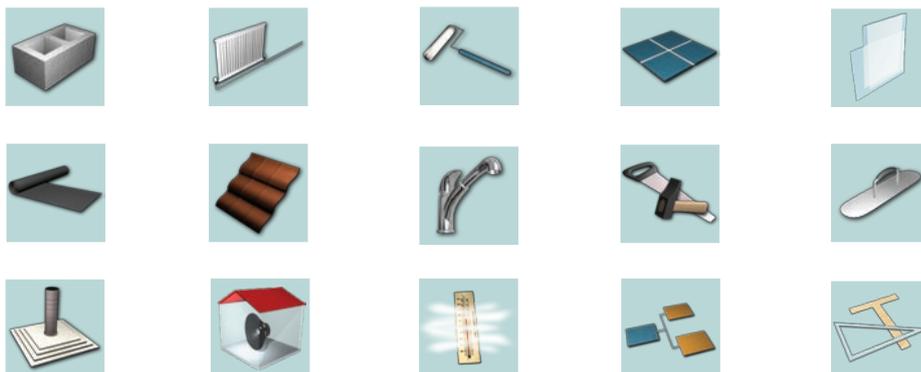
Dénomination d'origine	Date de création
Chauffage-Climatisation	mars 1960
Gros Œuvre	septembre 1960
Carrelage-Marbre	septembre 1960
Peinture	septembre 1960
Menuiserie-Volets	septembre 1960
Etanchéité	décembre 1960
Plomberie-Couverture	décembre 1960
Isolation	décembre 1960
Vitrierie-Miroiterie	1961
Pierre et Marbre	1961
Problèmes généraux	1965
Organisation	1966
Couvreurs	1977
Industrialisation	1979
Isolation acoustique	1982
FAB-CSTC (architectes)	1987
Plafonneurs-Jointoyeurs	1989

les programmes sont imposés d'en haut par les pouvoirs publics ou une instance supérieure.

Une autre mission des Comités, tout aussi essentielle, concerne la divulgation des résultats de recherche auprès des praticiens. Ces assemblées jouent ainsi un rôle fondamental dans l'élaboration des Notes d'information technique, généralement considérées comme des ouvrages de référence définissant les règles de l'art.

Plusieurs centaines d'entrepreneurs et d'experts siègent à l'heure actuelle dans les différents Comités. Membres, présidents et animateurs vont et viennent, des groupes de travail se créent et se dissolvent, les sujets d'étude se succèdent, des recherches arrivent à leur terme ...

Clé de voûte du CSTC, ce réseau complexe de Comités techniques est un entrelacs d'organes vitaux, en perpétuelle mutation au sein de la structure du Centre. ■



Le gros œuvre constitue pour ainsi dire le système nerveux central du bâtiment. Qu'il s'agisse de constructions souterraines ou en surface, ces dernières années ont été marquées par une quantité innombrable d'évolutions magistrales sur le plan des méthodes de construction. Ces développements des matériaux et l'explosion des performances qui en résulte repoussent de jour en jour les limites du secteur de la construction. **La tour *Burj Dubaï*, qui culminera à plus de 800 m de hauteur, en est un parfait exemple.**



EVOLUTION DES MATÉRIAUX

Que ce soit sur le plan de ses composants (ciment, adjuvants, additions, ...) ou de ses caractéristiques (armé, précontraint, auto-compactant, ...), le béton a connu un développement constant. Ainsi, à la fin des années '80, on pensait qu'obtenir une résistance de 100 N/mm² relevait de l'exploit, alors que certains types de bétons à ultra-hautes performances dépassent aujourd'hui la valeur de 500 N/mm².

L'acier a connu une évolution considérable également. Ce matériau, déjà utilisé par les Hittites, a sans cesse évolué au cours des siècles, ce qui a permis d'en accroître la qualité.

La géotechnique n'est pas restée dans l'ombre. En effet, l'évolution notable qui a caractérisé le secteur des machines a provoqué l'arrivée massive de nouveaux procédés d'exécution d'ouvrages géotechniques. Il suffit de penser au développement des vibrateurs à haute fréquence, des pieux vissés à refoulement de troisième génération, des tiges d'ancrage, clous et micropieux creux et autoforants et, plus récemment encore, à la technique du 'soil mixing' et aux inclusions rigides.

Il est bon également de signaler certaines améliorations technologiques majeures dans le domaine de la maçonnerie. Ainsi, à l'origine, la plupart des parois en maçonnerie étaient épaisses, monolithiques et réalisées à l'aide de 'terre cuite'. Ces murs pleins ont néanmoins été remplacés par des murs creux, qui offrent une meilleure protection contre les infiltrations d'eau. Plus tard, pour des raisons d'économie d'énergie, un isolant thermique a rempli, entièrement ou non, la coulisse. Depuis, de nouveaux matériaux et de nouvelles méthodes de mise en œuvre ont fait leur ap-

Gros œuvre : un thème à plusieurs facettes

parition sur le marché (blocs de béton, béton cellulaire, éléments silico-calcaires, ...). Ainsi, la maçonnerie armée, spécialement conçue pour offrir à la structure une plus grande résistance à la traction, est née vers 1950. Plus tard, la maçonnerie collée est apparue à son tour, alliée à de nouvelles techniques de pose : pistoletage, trempage, mais aussi assemblage à sec d'éléments de maçonnerie (sans colle ni de mortier).

PLANCHERS HYBRIDES

Outre leur fonction portante, les planchers ont de tout temps intégré diverses innovations. Ainsi, l'hypocauste de la Rome antique était un système de chauffage constitué de petites colonnes de briques et utilisé par un certain *Gaius Sergius Orata* pour chauffer ses vi-

Dans nos contrées, les planchers étaient au départ réalisés à partir de bois, un matériau assez facile à trouver à un prix acceptable. Avec l'arrivée du béton armé à la fin du 19^e

siècle et du béton précontraint vers 1928, les planchers en bois perdent quelque peu de leur popularité au profit des planchers en béton. Le plancher préfabriqué est apparu après la Seconde Guerre mondiale. Le potentiel des hourdis creux et des prédalles a très vite éveillé la curiosité des entrepreneurs. L'installation rapide (et donc le gain de temps) ainsi que l'absence de recours systématique à un système de coffrage n'étaient effectivement pas pour leur déplaire.

A l'époque de l'industrialisation, bon nombre de solutions intéressantes ont également été développées pour les planchers traditionnels en bois massif. Il suffit de penser à l'apparition récente des planchers composés de bois lamellé (LVL), lamellé-collé, OSB, multiplex, ... dont la facilité de pose et le poids limité constituent d'indéniables atouts.

Une autre tendance qui est apparue est celle des planchers hybrides, particulièrement adaptés aux travaux de rénovation. Ainsi, la liaison d'une chape en béton et d'un plancher en bois donne un plancher mixte 'bois-béton' offrant



Poste d'essai visant à tester la résistance au gel d'une maçonnerie de façade.

un gain de rigidité. Les planchers mixtes acier-béton (constitués d'une couche de béton sur un coffrage collaborant) comportent de nombreux avantages également. Dans ce contexte, la modélisation géométrique des tôles d'acier par la méthode des éléments finis a permis d'obtenir une plus grande stabilité lors du coulage du béton.

La NIT 223 consacrée aux planchers des bâtiments résidentiels et tertiaires a vu le jour en 2002 dans le cadre d'une vision globale des systèmes de construction. Ce document traite de la qualité et du choix du type de plancher, en tenant compte des performances souhaitées. On y présente également les types de planchers les plus fréquemment utilisés dans notre pays et on y formule des recommandations relatives à leur pose. Cette vision globale s'est exprimée également lors de la réalisation de la NIT 231 consacrée à la réparation et à la protection des ouvrages en béton.

DES FIBRES À LA PLACE DES BARRES

Outre le béton traditionnel armé de barres, le béton renforcé de fibres, apparu au début des années '70, est devenu une valeur sûre pour les sols industriels à base de ciment. En l'absence de règles générales de calcul, l'utilisation de ce matériau novateur est toutefois longtemps restée limitée à ce type d'applications et à certains éléments préfabriqués.

Depuis quelques années, les méthodes de calcul ont connu une telle évolution que cette technique commence aujourd'hui à trouver sa place dans d'autres applications (planchers portants, p. ex.).

DURABILITÉ

Le Comité technique 'Gros œuvre' s'est attelé depuis la création du CSTC à informer le secteur de la construction de l'évolution de la situation dans ce domaine. Ainsi, la Note d'information technique n° 2 était entièrement consacrée au contrôle de la fluidité du béton frais et la NIT n° 3 a traité de manière plus approfondie du contrôle sur cubes de la résistance à la compression du béton durci. Il s'agit effectivement de deux critères essentiels pour la qualité des ouvrages.

Les sujets tels que le béton armé et le béton précontraint occupent également et depuis toujours une place de choix dans les activités du Comité technique. Le nombre de publications qui y ont été consacrées au fil des années en est la preuve tangible.

Un autre sujet de recherche privilégié est celui de la durabilité du béton. Ainsi, sa résistance aux eaux agressives, chère aux spé-

cialistes de l'épuration des eaux, a fait l'objet d'une publication dans les années '60.

Les techniques de coffrage n'ont pas été oubliées. Celles-ci ont en effet été abordées dans diverses Notes d'information technique et ont connu nombre d'évolutions marquantes, entraînant ainsi une amélioration radicale des méthodes de construction.

En ce qui concerne les techniques d'armature, le CSTC a publié, en 1969, la NIT 78 'Mise en place et arrimage des armatures dans les coffrages'. Ce document a été remplacé, en 2000, par la NIT 217 'Le ferrailage du béton', compte tenu des principes énoncés dans l'Eurocode 2 paru entretemps. En 1981, une autre publication importante est sortie de presse : il s'agit d'un catalogue des produits en acier fabriqués en Belgique et au Luxembourg, réalisé en collaboration avec le CBLIA (l'actuel Infosteel) et détaillant les propriétés des aciers pour béton.

Dans le domaine de la préfabrication, l'attention ne s'est pas limitée aux planchers en béton, mais a également porté sur les éléments de façade en béton préfabriqué. La recherche que le CSTC a consacrée sur le sujet concernait notamment les variations de teinte des éléments en béton décoratif.

RECYCLAGE

Entretemps, les techniques de démolition des constructions en béton ont donné lieu à l'élaboration d'une Note d'information technique qui a focalisé l'attention sur le recyclage.

Afin d'informer toutes les parties impliquées dans le processus de construction au sujet des possibilités d'utilisation des produits recyclés, un bâtiment presque exclusivement constitué de matériaux recyclés a été construit à la fin des années '90 sur le site même de la station expérimentale à Limelette.

Auparavant, le CSTC avait participé à une étude concernant les possibilités de recyclage des débris de la ville algérienne d'El Asnam, détruite par un tremblement de terre en 1980.



Tests de tirants d'ancrage à échelle réelle.

Une initiative semblable a été mise sur pied à la suite du séisme qui a ravagé le nord du Pakistan en octobre 2005.

UN COMITÉ TECHNIQUE QUI CREUSE LOIN

Le Comité technique 'Gros œuvre' est extrêmement actif dans le domaine de la mécanique des sols. La preuve en est qu'un groupe de travail a été créé dès 1967 afin de mener des recherches en la matière.

L'une des premières actions de ce groupe a été l'élaboration de la NIT 58, laquelle expose les principes de détermination de la force portante des fondations au moyen du pénétromètre statique, une méthode devenue un standard en Belgique.

Diverses techniques de fondation et de blindage ont été passées en revue par la suite, et une étude a été menée en concertation avec le Comité technique 'Etanchéité' sur la protection des constructions enterrées contre l'humidité. D'autres publications traitaient, quant à elles, de l'exécution et de l'interprétation de diverses méthodes de reconnaissance du sol, de l'ingénierie géotechnique et des processus de mise en œuvre les plus récents, ...

Depuis le début des années '90, divers groupes d'accompagnement créés au sein du Comité technique 'Gros œuvre' se penchent sur des thèmes de recherche tels que l'Eurocode 7, la stabilité des talus et des sols non saturés, les palplanches, les pieux vissés, les tirants d'ancrage et les techniques de soutènement.

Le groupe de travail 'Eurocode 7' finalise en ce moment un document consacré à l'application en Belgique de l'Eurocode 7 concernant le dimensionnement des pieux sous charge axiale sur la base d'essais de pénétration statique. Enfin, un rapport technique (en préparation) traitera en détail du rabattement de la nappe phréatique.

Ces groupes de travail apportent non seulement leur soutien à l'élaboration de publications, mais participent également à l'organisation de



symposiums nationaux et internationaux ayant pour objet la géotechnique.

MURS CREUX

La fissuration des maçonneries portantes ou non étant une pathologie peu banale, le CSTC y a consacré toute une Note d'information technique. Les murs creux, qui se justifient techniquement en raison de leur meilleure étanchéité à la pluie, ont bénéficié d'une attention particulière au cours des dernières années (isolation thermique, liaison entre les parois intérieure et extérieure, ...).

En outre, l'apparition de nouveaux types de briques a exigé dans certains cas que l'on établisse des directives de mise en œuvre spécifiques visant à améliorer la résistance au gel de la maçonnerie de parement (interaction brique-mortier de pose, p. ex.).

La préférence architecturale pour des portées de plus en plus grandes a également incité à rechercher des méthodes d'armature et de collage innovatrices pour les maçonneries.

MÉTHODES DE CALCUL

Parallèlement aux méthodes d'exécution et aux propriétés des produits, nous nous intéressons également aux techniques de calcul. Ainsi, la NIT 68 a expliqué comment établir la charge de calcul d'un plancher. Par ailleurs, le gros œuvre faisant fonction de support pour le second œuvre, une NIT sur les déformations admissibles dans les bâtiments ne pouvait manquer à l'appel.

Il ne fait aucun doute que les activités du Centre dans ce domaine sont essentielles pour le

secteur. Tout nouveau matériau exige en effet une méthode de calcul adaptée. Dans ce contexte, l'informatique a ouvert de nombreuses perspectives.

DÉVELOPPEMENTS FUTURS ?

On attend en toute logique qu'un certain nombre d'évolutions importantes se manifestent dans le domaine des matériaux de gros œuvre. Ainsi, l'utilisation de béton à ultra-hautes performances dans certaines applications devrait avoir pour résultat la consolidation globale de cette technologie en Belgique, et l'utilisation plus fréquente du béton autocompactant devrait s'accompagner d'une plus grande facilité de mise en œuvre. Le développement de matériaux plus déformables (*engineered cementitious composites* ou ECC) devrait permettre aux structures de reprendre des déformations plus élevées sans rupture.

Dans le domaine de la durabilité, l'innovation dispose, là aussi, d'un excellent potentiel. Il suffit de penser au développement récent du béton à ultra-hautes performances, extrêmement peu poreux. D'autres moyens d'améliorer la durabilité du béton consistent à y introduire, sous contrôle, des inhibiteurs de corrosion, à adapter le choix du ciment en fonction de l'application, ...

Les matériaux que nous utiliserons dans le futur seront vraisemblablement plus légers, autocicatrisants, plus facilement recyclables et seront peut-être même capables de purifier l'air.

A long terme, nous pourrions assister à la percée des matériaux synthétiques dans les éléments portants et à l'intégration des technologies du génie spatial dans la réalisation du gros œuvre. Ces structures intelligentes pourraient

par exemple, grâce à des capteurs intégrés, nous fournir des renseignements sur leur état de conservation et s'adapter, si besoin est, aux performances souhaitées.

QUE SE PASSERA-T-IL SOUS TERRE ?

On peut également s'attendre à toute une série d'innovations applicables aux constructions souterraines. La raréfaction des terrains bâtissables nécessitera une utilisation optimale de l'espace disponible (sous-sol compris). Les travaux devront, en outre, être réalisés en veillant à nuire le moins possible à l'environnement et à alléger la pénibilité des tâches.

L'intégration progressive de l'Eurocode 7, quant à elle, contribuera à moyen terme à consolider l'harmonisation européenne, ce qui devrait renforcer la compétitivité des entreprises sur notre continent.

Des nouvelles méthodes de dimensionnement (basées sur des essais préalables ou sur l'analyse des risques, p. ex.) et des techniques de monitoring plus sophistiquées, fiables et abordables (monitoring à long terme, ...) feront probablement une percée dans le domaine de la géotechnique.

On s'attend également à l'introduction de nombreux matériaux nouveaux dans les éléments de fondation, qui permettront d'améliorer leurs performances structurelles, de limiter le risque de corrosion des armatures et de pérenniser l'ensemble. Nombre d'innovations majeures concerneront, selon toutes probabilités, les techniques de consolidation et d'amélioration du sol (réutilisation des boues, p. ex.).

ADAPTABILITÉ ET ÉLÉMENTS PRÉFABRIQUÉS

Les développements futurs des produits et des techniques de maçonnerie seront vraisemblablement dédiés à l'amélioration de leurs performances thermiques et de leurs propriétés autonettoyantes. Sous l'effet des épaisseurs d'isolant croissantes, on assistera sans doute au retour du mur monolithique isolé et parachevé à l'extérieur.

Une préfabrication renforcée est de l'ordre du probable (parois extérieures en maçonnerie prêtes à poser). Cette tendance se manifestera assurément dans tous les travaux de gros œuvre. Il se peut dès lors que les activités de chantier se limitent, à plus ou moins long terme, au simple assemblage d'éléments de gros œuvre préfabriqués en usine. Ces éléments devraient, en outre, être conçus de telle sorte que l'on puisse réaliser des bâtiments adaptables permettant une structuration flexible de l'espace. ■



Façade démontable, synonyme de flexibilité.

Des rendements supérieurs à 100 %

Depuis des siècles, le chauffage de l'habitat est une préoccupation primordiale de l'homme, qui doit faire preuve d'inventivité pour concilier ses exigences de confort avec la nécessité d'économiser l'énergie. La consommation énergétique du patrimoine bâti dans son ensemble génère aujourd'hui encore entre 35 et 40 % des émissions de gaz à effet de serre, la moitié de celles-ci étant imputables à la combustion des énergies fossiles. Soucieux d'améliorer la qualité de l'air intérieur, le confort des locaux et les performances des équipements, le secteur du chauffage et de la climatisation a subi de profondes mutations au cours des dernières décennies.



VERS UNE CONSOMMATION RATIONNELLE DE L'ÉNERGIE

Il y a encore quelques dizaines d'années, la plupart des bâtiments étaient totalement dépourvus d'isolation thermique, tandis que leurs occupants devaient se contenter de chauffer les pièces dans lesquelles ils séjournaient. Pour ce faire, celles-ci étaient équipées, dans leur grande majorité, d'appareils individuels (feux ouverts, poêles, ...) qui étaient alimentés, jusqu'au milieu du siècle dernier, au bois ou au charbon. Les années 1950 consacrèrent l'ère du pétrole et du gaz naturel, à l'époque moins coûteux et disponibles en abondance.

Au début de la décennie suivante, la demande croissante de confort entraîne la multiplication des installations de chauffage central. Celle-ci s'accompagne cependant d'une hausse prodigieuse de la consommation d'énergie, sans que l'on se soucie le moins du monde de la puissance des appareils à installer ou des besoins énergétiques réels des bâtiments. Confrontés, au début des années '70, aux premiers chocs



La vanne thermostatique : une solution simple pour réguler la température intérieure de chaque local.

pétroliers, les ménages et les entreprises occidentaux voient grimper les prix de l'énergie de manière vertigineuse, incitant les gouvernements à mettre sur pied de vastes campagnes de sensibilisation en vue de rationaliser la consommation d'énergie.

La crise passée, ces mesures d'économie non coercitives perdent rapidement tout leur attrait, si bien que, dès les années '80, les autorités (régionales) se voient contraintes d'instaurer les premiers règlements thermiques. Ces derniers seront réadaptés quelque dix ans plus tard, et additionnés d'exigences de ventilation.

Dans notre pays, l'adoption de la directive PEB, publiée en 2002, a fait des performances énergétiques des systèmes HVAC un des paramètres majeurs de l'évaluation de la performance énergétique globale des bâtiments. Entretemps, le rendement des installations de chauffage a grimpé en flèche, dépassant dans certains cas les 100 %, et de nouveaux combustibles, tels les pellets ou granulés de bois, par exemple, ont vu le jour.

LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR AU CENTRE DES PRÉOCCUPATIONS

L'obtention d'un climat intérieur optimal exige une stratégie de ventilation adaptée. Dans la pratique, il semble néanmoins que des problèmes de confort et de santé (liés à la qualité de l'air) surviennent encore dans certaines habitations et ce, malgré la présence d'un système de ventilation. Plusieurs études ont toutefois révélé que les défaillances ne proviennent pas du concept de ventilation, mais plutôt d'erreurs liées à la conception, au placement, à l'usage et à l'entretien de l'équipement. Un choix inadéquat des matériaux ou du mobilier peut, lui aussi, être à l'origine de nombreux problèmes.

CHAUDIÈRES À CONDENSATION

Le Comité technique 'Chauffage et climatisation', qui fêtera bientôt son 50^e anniversaire, lui aussi, a inscrit à son palmarès toute une série de publications durant ces cinq décennies d'activité. Ainsi, à la suite de la première crise pétrolière, une revue entièrement consacrée aux économies d'énergie dans les habitations (CSTC-Revue n° 4/1979) traite de sujets tels que le confort thermique, l'isolation thermique, l'étanchéité à l'air, la ventilation

et les systèmes de chauffage. Curieusement pour l'époque, on s'intéressait déjà aux systèmes de ventilation mécanique avec récupérateur de chaleur, ainsi qu'à l'application de l'énergie solaire et des pompes à chaleur. Des techniques qui connaissent aujourd'hui un regain d'intérêt, notamment en raison de performances thermiques nettement supérieures et des économies d'énergie qu'elles permettent.

La Note d'information technique 235 concernant les chaudières à condensation est la dernière-née des publications élaborées à l'initiative du Comité technique. Ce document contient toute l'information nécessaire au placement correct de ce nouveau type de générateur de chaleur, tant dans les bâtiments neufs que dans le parc immobilier existant. 80 % des ventes de chaudières à condensation concernent actuellement le marché de la rénovation. Lorsqu'on sait que le remplacement d'une ancienne chaudière de type classique peut conduire à des économies d'énergie de 12 %, on se rend compte de l'énorme potentiel d'économie que peut générer la chaudière à condensation.

PERSPECTIVES D'AVENIR

Pour freiner le réchauffement climatique de la planète, il faudrait réduire les émissions de gaz à effet de serre d'au moins 60 % d'ici 2050. La nécessité de rationaliser la consommation d'énergie de manière substantielle et coercitive devient dès lors inéluctable. Sur le front de l'isolation thermique, la généralisation du vitrage à haut rendement et des châssis de fenêtre super-isolants est aujourd'hui un fait indéniable. Par ailleurs, on voit apparaître sur le marché des matériaux intégrant la technologie du vide et du changement de phase (PCM).

Le recours aux systèmes de chauffage à basse température va progressivement devenir la règle, dans la mesure où les besoins énergétiques des bâtiments diminueront comme peau de chagrin. Ces installations devront d'ailleurs elles-mêmes être adaptées aux besoins énergétiques décroissants (puissances moindres, systèmes modulables, ...).

Enfin, les réserves de combustibles fossiles venant bientôt à se tarir, le nouvel enjeu consistera à encourager l'usage des sources d'énergie alternatives. ■

Les plus anciennes traces de peinture remontent à environ 15.000 ans avant notre ère, et ont été découvertes aussi bien en France (Lascaux), qu'en Espagne (Altamira) et en Afrique du Sud. Les peintures de l'époque étaient composées d'un mélange de graisses animales et de pigments minéraux. De même, les Égyptiens, les Grecs et les Romains de l'Antiquité peignaient fréquemment leurs bateaux, statues et bâtiments pour les décorer.



RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT

Vers 1100, un moine allemand élabore une 're-cette' de *coating* à base d'huile de lin et d'ambre en ébullition. Cette composition est affinée avec les années, si bien qu'au XVII^e siècle, il existe déjà une grande diversité de formules, principalement composées de résines naturelles, d'huile de lin et même d'alcool.

La demande de peinture connaît une hausse exponentielle au cours du siècle suivant. Si certains pigments synthétiques ont déjà été mis au point à cette période, les composants de base de ces *coatings* restent d'origine naturelle jusqu'au XIX^e siècle.

Au siècle dernier, la technologie de la peinture voit toutefois se développer un certain nombre d'innovations, notamment grâce au développement de la chimie de polymérisation. Les liants et les résines synthétiques se multiplient, entraînant une nette amélioration des propriétés de la peinture.

Vers 1920, des solvants sont développés, permettant de produire des peintures au temps de séchage fortement réduit. À la fin des années '60, on réalise que ces solvants sont nuisibles à l'environnement. Pour des raisons écologiques, on décide alors de freiner cette nouvelle technologie et d'opter pour l'élaboration de peintures à base d'eau et à faible teneur en solvant.

Dans l'intervalle, les méthodes d'application connaissent, elles aussi, une avancée significative (pistolets de projection, séchage aux UV, ...).

IL ÉTAIT UNE FOIS ... LA TAPISSERIE

L'histoire des revêtements souples pour murs et sol remonte à moins longtemps que celle des peintures.

La peinture est plus ancienne qu'on pourrait le croire ...

Les premières tapisseries datent du V^e siècle avant notre ère et sont conçues à l'origine pour égayer les salles de séjour de la haute société. La production de tapis à grande échelle en guise de revêtements de sol ne commence qu'à la seconde moitié du XIX^e siècle, en même temps que l'industrialisation. À l'origine, les fibres utilisées se composent exclusivement de sisal, de coton ou de soie. Les fibres synthétiques sont apparues plus tard. Le linoléum, quant à lui, n'est breveté qu'en 1863.

Les revêtements de sol souples connaissent leur essor au début du siècle suivant. Durant cette période, les premiers revêtements de sol à base de caoutchouc apparaissent à leur tour sur le marché. Par ailleurs, les revêtements à base de PVC font leur première apparition vers 1960.

CODES DE BONNE PRATIQUE

Les publications du CSTC sur la peinture et les revêtements souples pour murs et sol sont nombreuses. Il s'agit, pour la plupart, de codes de bonne pratique ou de recommandations en vue de garantir le bon comportement du revêtement. En 1964 paraît ainsi une Note d'information technique entièrement consacrée aux performances de la peinture sur les maçonneries extérieures. Pour cette étude des systèmes de peinture extérieure, on utilise des surfaces de test spécifiques qui permettent d'observer le comportement des peintures testées dans des conditions extérieures réelles.

Certaines NIT sont actuellement en cours de révision. C'est le cas de la NIT 159 relative aux peintures, et de la NIT 165 concernant les revêtements souples pour sol. En outre, une nouvelle NIT en préparation traitera spécifiquement de l'application de systèmes de peinture intumescents sur des constructions en acier.

DÉLAIS DE CONSTRUCTION RACCOURCIS

Les travaux de peinture et la pose de revêtements de sol souples font partie de la finition. Afin de réduire les délais de construction, on cherche parfois à commencer ces travaux au

plus vite. Il est toutefois impératif de disposer d'un support suffisamment sec. Le CSTC a dès lors effectué une recherche sur le transport d'humidité dans les matériaux de construction. Des campagnes de mesures se réalisent encore aujourd'hui dans ce cadre.

Lors de l'application de systèmes de peinture sur des enduits à la chaux, une attention particulière doit être accordée au temps d'attente à respecter pour la carbonatation de la chaux. Un programme d'essai sur le sujet a été lancé à la demande du Comité technique 'Peinture'. Les délais de construction toujours plus courts ont entraîné une diminution progressive de l'usage d'enduits à la chaux pour les finitions, à l'avantage des enduits à base de plâtre.

PERSPECTIVES D'AVENIR

Les progrès technologiques actuels devraient permettre d'élaborer des peintures offrant des propriétés améliorées (p. ex. peintures autorégénérantes). On tente actuellement de développer des systèmes capables de purifier l'atmosphère intérieure, de générer de l'oxygène, de diffuser des parfums, ... Les murs extérieurs devraient, à leur tour, être pourvus de peintures exerçant un effet positif sur la qualité de l'air extérieur.

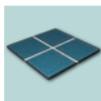
En ce qui concerne les revêtements de sol souples, on cherche actuellement des moyens d'améliorer leur confort acoustique et thermique, leur résistance au glissement, aux bactéries, ... ■



PHOTO : BOSS PAINTS

L'usage du rouleau remonte au XX^e siècle.

Les premiers objets en céramique sont apparus il y a environ 20.000 ans. Les plus anciennes traces de carreaux émaillés furent, quant à elles, découvertes dans les tombeaux des pharaons d'Égypte. Depuis lors, les carreaux en céramique n'ont cessé d'évoluer et constituent aujourd'hui, avec les produits à base de ciment ou de pierre agglomérée d'origine plus récente, une gamme de matériaux aux performances et à l'esthétique appréciées.



UN PASSÉ INDUSTRIEL GLORIEUX

Aux xv^e et xvi^e siècles, l'arrivée massive des céramistes et potiers italiens en Belgique propulse l'industrie du carrelage au sommet de sa renommée. La Guerre de Quatre-Vingts Ans (1568-1648) incite malheureusement bon nombre d'entre eux à quitter le pays, occasionnant une véritable "fuite des cerveaux" pour le secteur du carrelage.

L'industrie du carrelage ne reprend son essor que vers 1850. A cette époque, la plupart des fabricants exportent une large part de leur production vers les pays voisins, mais aussi dans le monde entier. Outre le carrelage en céramique, le carreau de ciment teinté dans la masse et le carreau à base de granulats de marbre envahissent le marché mondial dès la fin du xix^e siècle. Ceux-ci restent des produits belges très demandés jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, période après laquelle la production du carrelage céramique et du carreau de ciment entame son déclin progressif, ouvrant la porte aux produits étrangers.

UNE VASTE GAMME DE PRODUITS

Qu'il s'agisse de céramique, de carrelages à base de ciment, de résine ou de pierre naturelle, les techniques de fabrication et de pose des revêtements durs de murs et de sol ont connu une série de (r)évolutions ces dernières années.

On observe aujourd'hui un passage de la pose traditionnelle à la pose collée, principalement au mortier-colle, mais aussi, pour des applications plus spécifiques, à la colle en dispersion ou à la colle réactive. Cette évolution exige du carreleur plus de technicité : il se doit de bien connaître les propriétés des matériaux et de leur support, afin de choisir la technique et le produit de pose les plus adaptés.

Ses conditions de travail n'ont toutefois pas vraiment connu de changements radicaux,

même si quelques accessoires innovants ont fait récemment leur apparition : lasers tournants pour repérer les niveaux, équipements à ventouse facilitant la manipulation et l'encollage, ...

Néanmoins, les carreleurs sont de plus en plus souvent appelés à entamer très tôt la pose du revêtement dur. Une telle réduction du délai de pose n'est pas dépourvue de risques, car certains supports sont susceptibles de subir d'importantes déformations au cours des premiers mois qui suivent la mise en œuvre.

LA BELGIQUE, UN EXEMPLE À SUIVRE

Considérant l'usage croissant du béton dans la composition des parois et la réduction constante des délais de construction, le CSTC entame, dès les années '60, une recherche sur l'adhérence des carrelages muraux dont les résultats sont publiés, en 1970, dans une NIT consacrée au comportement des revêtements muraux en carreaux de faïence. L'arrivée des mortiers-colles contraint à actualiser les connaissances sur le sujet et à les consolider, en 2003, dans une NIT relative à la pose des carrelages muraux, qui sera tout prochainement complétée pour le domaine des sols.

Récemment encore, les études menées par le Centre sur la résistance au gel des matériaux en céramique ont mis en évidence les lacunes de la norme européenne lorsqu'il s'agit d'évaluer la durabilité des produits sous notre climat, qualifié de sévère en raison de ses hivers pluvieux et froids et des alternances de cycles de gel et dégel. Cette constatation a permis de distinguer le rôle du matériau de celui de la pose dans les nombreux désordres observés en terrasses, et fut capitale pour les carreleurs, souvent tenus pour responsables du mauvais comportement du revêtement.

Dans le domaine des chapes, les études actuelles concernant les mesures d'humidité, les effets du retrait et les conséquences possibles sur le cintrage revêtent un intérêt considérable pour le secteur, d'autant que l'évolution en matière d'isolation thermique et acoustique nécessite souvent d'opter pour des chapes flottantes.

Le carrelage, des pharaons à nos jours

UN REGARD VERS L'AVENIR

Qu'ils soient constitués de céramique, de pierre naturelle ou agglomérée, les éléments carrelés demeureront des matériaux de choix pour l'habillage des murs et du sol, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. On peut s'attendre que les innovations à court et moyen terme continuent de concerner principalement l'amélioration des performances techniques et l'élargissement de la gamme décorative.

En matière de dimensions des éléments, il est très probable que la mode 'XXL' se confirme dans les années à venir, obligeant à resserrer encore les tolérances dimensionnelles.

A plus long terme, la maîtrise de l'énergie dans les bâtiments aura également ses répercussions sur le parachèvement et sera source d'innovations technologiques majeures. Par leur grande surface développée, les matériaux de revêtement devront participer à ces évolutions. En revêtement de façade, par exemple, l'intégration de cellules ou de films photovoltaïques dans les carreaux mêmes permettra d'améliorer l'esthétique des systèmes actuels et la facilité d'intégration dans les constructions.

Enfin, le contrôle actif du confort passera par des technologies automatiques ou programmables nécessitant une coordination entre les câblages, les capteurs et les matériaux de revêtement. Le chauffage pourrait devenir, par exemple, plutôt radiant que convectif et être intégré non seulement dans le sol, mais également dans les murs. De ce point de vue, la céramique 'rayonnante' transformant l'énergie électrique (basse tension) en chaleur pourrait être une innovation majeure. ■



Étude des colles à carrelages.

Trouvant des applications dans des secteurs aussi nombreux que variés, les produits verriers ont connu de fabuleux développements ces dernières décennies. L'augmentation de leurs performances va de pair avec le souhait de répondre à des exigences parfois contradictoires (p. ex. transmission lumineuse et apports énergétiques minimaux pendant l'été) et de leur conférer un rôle sécuritaire (choc, effraction) ou même structural (dalles de plancher, marches d'escalier).



LA GENÈSE DU VERRE

Le verre a toujours existé dans la nature sous la forme d'obsidienne (roche volcanique issue du refroidissement rapide de laves). Les origines de sa fabrication par l'homme (fusion) sont encore obscures et ne se distinguent pas toujours de celles des émaux.

Le verre est coulé en Syrie à partir de 4000 avant Jésus-Christ, moulé 2000 ans plus tard en Egypte et soufflé peu avant notre ère. Au même moment, il devient transparent avec l'utilisation de matières premières très pures, permettant aux Romains de produire les premiers verres plats et de les utiliser dans le bâtiment.

Le verre plat connaîtra un nouvel essor au Moyen Âge grâce à l'invention de deux procédés de formage à partir de verre creux (verre soufflé) : le procédé de la couronne (soufflage en plateaux) et le procédé du manchon (soufflage en cylindre).

Demeurant un signe de richesse jusqu'à la fin du XIX^e siècle, le vitrage des bâtiments connaît un essor important avec l'arrivée progressive des procédés industriels de fabrication. Historiquement, le principe d'étirage développé



Escalier en verre.

par le Belge *Fourcault* est le premier procédé mécanique reconnu.

La mise au point du procédé de fabrication du verre plat (*float glass*) en 1959 permet encore aujourd'hui de produire de manière continue un verre plan, recuit, transparent, clair ou coloré dont les deux faces sont planes et parallèles.

Les applications du verre s'étant multipliées depuis le XIX^e siècle, celui-ci a fait l'objet de nombreux développements pour satisfaire aux nouvelles exigences. Le verre trempé est inventé en 1875 pour répondre aux besoins du secteur automobile, le premier verre feuilleté voit le jour en 1903 et le double vitrage, pourtant relativement ancien (1865), acquiert ses lettres de noblesse lors de la crise énergétique des années '70.

LA RÉVOLUTION THERMIQUE

Nul autre produit de construction n'a subi l'évolution que le vitrage a connue en termes d'isolation thermique. Tandis que le passage du simple vitrage (valeur U de 5,8 W/m²K) au double vitrage ordinaire (valeur U de 2,9 W/m²K) avait déjà permis de réduire les déperditions thermiques par transmission de près de 50 %, le développement des couches à (très) basse émissivité les a encore diminuées de 60 % ces dernières années. Associés à des lames remplies de gaz spéciaux, ces vitrages doubles sont aujourd'hui caractérisés par une valeur U comprise entre 1,1 et 1,2 W/m²K.

Rien ne semble arrêter ce progrès depuis la mise sur le marché de vitrages triples combinant des couches à basse émissivité avec des lames remplies de gaz (U = 0,6 W/m²K). Il importe cependant d'encadrer ces développements afin d'aider les professionnels du secteur à en maîtriser tous les aspects.

LE RÔLE DU CSTC

Le Comité technique 'Vitrerie' du CSTC a toujours appuyé la publication d'articles sur la pose et le calage adéquat des vitrages afin notamment d'en prévenir la fissuration ou le risque de condensation interne. Dès 1992,

Le verre et ses applications ... une success-story !

il est l'un des premiers à évoquer le phénomène de condensation superficielle externe inhérent au rayonnement nocturne (déperditions thermiques vers un ciel dégagé) et aux performances thermiques des vitrages à haut rendement.

La Note d'information technique 221 'La pose des vitrages en feuillure', parue en 2001, est également la première à prendre la forme d'un module d'e-information sur notre site Internet (www.cstc.be). Nous concentrons aujourd'hui nos efforts d'innovation sur le confort des immeubles de bureaux en été.

L'AVENIR DU VITRAGE, C'EST DÉJÀ DEMAIN

Accompagnant ou anticipant les modes architecturales, le CSTC s'est impliqué par le passé dans bon nombre de recherches et de publications sur des thèmes aussi variés que la mise en œuvre du verre en toiture et en façade au moyen de systèmes divers, ou la protection offerte par le vitrage contre le bruit, le soleil, la chute ou l'intrusion.

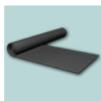
Si les enjeux climatiques de ce siècle continuent à conditionner les innovations futures (intégration de cellules photovoltaïques, développement des vitrages actifs ou intelligents), force est de constater que l'usage accru du verre en tant qu'élément structural constitue lui-même un éternel défi.

La première NIT traitant des ouvrages particuliers en verre paraîtra cette année et constituera sans nul doute une référence sur laquelle le secteur pourra s'appuyer ! ■



Exemple de plancher en verre.

Bien que la désignation 'toiture en roofing' soit utilisée dans le langage courant pour tous les types de toitures plates, la réalité technique est heureusement bien plus diversifiée. En effet, il existe aujourd'hui un large choix de matériaux et de configurations pour la mise en œuvre de ce type de toiture.



LA TOITURE PLATE : QUELQUES MILLÉNAIRES DÉJÀ ...

Les premières toitures plates font leur apparition quelque 6000 ans avant J.-C. et sont alors constituées d'un enchevêtrement de branches sur lequel est appliquée une couche de terre battue. L'étanchéité à cette époque est assurée, quant à elle, par un mélange de bitume, de gypse, de paille ou de sable.

Il faut ensuite attendre le VI^e siècle avant notre ère pour voir apparaître l'un des exemples de toitures vertes les plus connus : les jardins suspendus de Babylone, devenus, de surcroît, septième merveille du monde.

Même si les Romains maîtrisent à la perfection le principe de l'étanchéité – comme en atteste le nombre élevé de thermes, d'aqueducs et d'égouts, voire de loggias, de balcons ou de terrasses datant de l'Antiquité –, le concept architectural de la toiture plate ne connaît son véritable essor que bien plus tard dans nos contrées. Il est soutenu en ce sens par le développement des premières membranes d'étanchéité liées au bitume, avec, dès le début du XIX^e siècle, l'apparition du goudron cartonné.

Ces membranes n'ont eu de cesse d'évoluer depuis : il suffit de penser au remplacement des armatures en feutre par des voiles de verre ou des non-tissés en polyester, à l'oxydation du bitume pour en corriger la dureté, à l'ajout de polymères au bitume pour en ajuster l'élasticité, ...



Exemple d'une *toiture verte*.

La toiture plate en constante évolution

Par ailleurs, conjointement avec la réduction du nombre de couches, de nouvelles techniques d'exécution ne cessent de se développer : soudure à air chaud, collage à froid, fixation mécanique, membranes autocollantes, ...

Le bitume se voit également progressivement concurrencé par des matières synthétiques telles que l'EPDM ou le PVC.

Parallèlement à ces évolutions, les étanchéités liquides appliquées à la brosse ou par projection sont mises sur le marché et ouvrent de nouvelles perspectives pour assurer l'étanchéité des toitures de demain.

ISOLATION THERMIQUE DES TOITURES PLATES

La problématique de l'isolation thermique des toitures-terrasses est depuis toujours l'une des principales préoccupations du Comité technique 'Etanchéité'. Ainsi, la NIT 26 'Les toitures plates et leur isolation thermique' paraît en 1962, avant d'être complétée par la NIT 101 du même nom en 1973. Ces deux documents anticipent déjà largement les préoccupations que cause la crise énergétique des années '70.

Les imperfections du complexe toiture dit 'froid', pour leur part, sont abordées dans la NIT 134 de 1980. En promouvant l'utilisation d'un complexe de toiture chaude pour toutes les nouvelles habitations, ce document jette les bases des règles de conception actuelles, lesquelles sont expliquées ultérieurement dans les NIT 183 (1992) et 215 (2000).

Les statistiques d'intervention des ingénieurs de la division des Avis techniques parlent d'elles-mêmes. Grâce à l'évolution des matériaux et des techniques d'isolation, les pro-

blèmes d'humidité dans les toitures plates ont été divisés par quatre ces dernières années, sachant que ceux-ci étaient, dans bien des cas, liés à des phénomènes de condensation interne.

PERSPECTIVES D'AVENIR : QUALITÉ ET MULTIFONCTIONNALITÉ

L'amélioration constante de la qualité de ces toitures et de la compétitivité au sein du secteur de la construction est une priorité pour le CSTC, comme en attestera notamment la révision de la NIT 191 concernant les détails et les ouvrages de raccord de ce type de toiture.

D'un concept innovant, ces détails téléchargeables sur le site web www.cstc.be seront transposables dans la plupart des logiciels de dessins courants et seront soutenus par des informations sur les principes de conception et de mise en œuvre spécifiques aux matériaux sélectionnés ainsi que par des recommandations en matière d'isolation thermique, d'entretien et de compatibilité des produits à assembler.

La multifonctionnalité toujours croissante des toitures plates et le rôle majeur qu'elles peuvent jouer dans le développement durable de nos villes conditionneront également les innovations futures. Il suffit de penser aux atouts indéniables que peuvent avoir les toitures vertes et les toitures-parkings pour le cadre de vie et la mobilité des citoyens.

Le Comité technique 'Etanchéité', pleinement convaincu de leur utilité, a d'ailleurs initié un programme de recherche sur les toitures vertes, que le Centre a mené dès 2002 et qui a débouché sur la publication de la NIT 229. Cette dernière se verra complétée dans le futur par une NIT consacrée aux toitures-parkings.

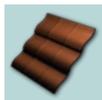
Les possibilités d'innovation sont légion également pour ce qui est de l'amélioration des performances énergétiques des bâtiments, de la diversification des possibilités de recyclage des déchets, de l'amélioration du confort des occupants, de l'adaptabilité aux changements climatiques, de la réduction des délais d'exécution, ...

Autant d'arguments qui autorisent à envisager un avenir riche en innovations. ■



Exemple d'une *toiture-parking*.

Avoir un toit pour s'abriter est depuis toujours un besoin vital de l'être humain. Avec le temps, des exigences nouvelles sont venues compléter cette fonction première de protection, conférant à la toiture un caractère multifonctionnel de plus en plus marqué.



DU PASSÉ AU PRÉSENT

Vers 35.000 avant J.-C., le toit de la plupart des huttes se composait de peaux d'animaux ou d'écorces de bois. Au cours des siècles, ces matériaux ont été progressivement remplacés par le bois ou le chaume, puis par la pierre et l'ardoise.

Les premières tuiles en terre cuite ont vu le jour en Chine dès 2700 avant notre ère; leur forme rappelait celle des bambous fendus (tuile ronde ou tuile canal). Leur usage fut généralisé au temps des Romains.

Ce produit a beaucoup évolué avec les années. L'invention de la tuile à emboîtement vers 1850 en est un exemple fort; elle a permis de concevoir des toits de plus en plus complexes et légers. Les toitures métalliques, quant à elles, ont connu un réel essor au XIX^e siècle, tandis que, dès le siècle suivant, des tuiles sont fabriquées à partir d'autres matériaux, tels que le béton.

De son côté, l'art de la charpenterie n'a, lui non plus, cessé d'évoluer ces dernières années. Pour être conforme aux exigences essentielles de la directive européenne relative aux produits de construction (DPC), le complexe toit ne peut plus se limiter à répondre à des contraintes de stabilité et d'étanchéité à l'eau, mais doit à présent aussi satisfaire à des performances d'étanchéité à l'air, d'isolation thermique, de sécurité, de confort, de durabilité et de respect de l'environnement.

On soulignera par ailleurs que le métier de couvreur est l'un des premiers à avoir approuvé l'informatique. Le développement de logiciels conçus pour répondre à ses besoins spécifiques en est un exemple parlant.

ÉCONOMIES D'ÉNERGIE ET ISOLATION THERMIQUE

La crise pétrolière des années '70 a incité les pouvoirs publics à établir, avec notre soutien, les premières réglementations thermiques pour les toitures. Selon la région, la valeur U_{\max} initiale de 0,6 W/m²K a été restreinte à

plusieurs reprises : descendue à 0,4 W/m²K, elle est aujourd'hui de 0,3 W/m²K en Région bruxelloise et wallonne, avec d'importantes répercussions sur l'épaisseur d'isolation à intégrer dans le complexe toit.

Depuis sa création en 1978, le Comité technique 'Couvertures' s'est fait un point d'honneur à mettre le secteur de la couverture au fait des techniques les plus récentes, notamment en matière d'isolation thermique. Cette dernière thématique a très rapidement été intégrée dans la dizaine de Notes d'information technique inscrites à son palmarès.

Motivées également par des facteurs économiques, les habitudes constructives ont évolué ces dernières années, incitant de nombreux maîtres d'ouvrage à aménager les combles en locaux d'habitation. Loin d'une simple anecdote architecturale, cette tendance exige d'étudier attentivement le comportement hygrothermique des toitures, afin d'établir des directives de mise en œuvre adaptées.

Certains systèmes d'isolation récents, tels que les panneaux sandwichs autoportants, ou des matériaux nouveaux tels que les produits minces réfléchissants ont également fait l'objet d'études approfondies. Aujourd'hui encore, l'essor des cellules photovoltaïques, après celui des capteurs solaires ou des fenêtres de toit, nécessite de préparer au mieux l'entrepreneur à l'évolution continue de son métier.

CONSTRUCTION DURABLE : UN MUST

Tous les secteurs sont directement concernés par les enjeux de la construction durable. Les producteurs de matériaux de couverture se voient ainsi contraints d'éliminer les produits toxiques de leur processus de fabrication, comme ce fut le cas avec les fibres d'amiant, interdites depuis 1998.

Le CSTC a publié plusieurs articles sur le sujet, et s'est encore récemment trouvé à pied d'œuvre pour coordonner une recherche initiée par la Confédération Construction Toiture visant à déterminer la quantité de fibres émises sur plusieurs chantiers où l'on procédait à l'enlèvement de couvertures en amiant.

De la toiture étanche à la couverture multifonctionnelle

La corrosion prématurée des descentes d'eau en cuivre et la gélivité des tuiles de terre cuite de fabrication européenne sont autant de thèmes sur lesquels les chercheurs du CSTC se sont penchés.

Après les tempêtes qui ont ravagé nos régions au début des années '90, un bâtiment orientable a été construit sur le site de la station expérimentale à Limelette, afin de mieux comprendre le mécanisme du vent sur les toitures semi-perméables.

De nouveaux traitements, tels que l'ajout d'anatase aux éléments de toiture, sont également à l'étude. Cette substance offrirait en effet des propriétés intéressantes d'autonettoyage et de purification de l'air.

PERSPECTIVES D'AVENIR

L'histoire de la couverture et du métier de couvreur, quoique presque aussi longue et indissociable de celle de l'homme, n'a cessé de se réinventer chaque jour et il n'est pas douteux qu'il en soit encore ainsi dans le futur.

On s'attend ainsi à ce que des matériaux et des systèmes d'assemblage inédits voient le jour, conférant de nouvelles performances à la couverture et apportant une réponse adéquate aux besoins accrus de confort et de respect de l'environnement.

Néanmoins, quand on sait que le toit d'un tiers des logements de notre pays n'est pas encore isolé thermiquement, on peut vraiment se dire que l'avenir, c'est déjà demain. ■



Intégration des techniques solaires dans la toiture.

La nécessité de disposer d'eau dans l'environnement immédiat de son habitation se faisait déjà sentir dans l'Antiquité. Le palais de Cnossos l'illustre bien, avec ses astucieux systèmes d'eau courante et d'évacuation des bains et des latrines. Les villas romaines étaient souvent équipées d'un véritable réseau de distribution. Les habitants des casernes romaines devaient, quant à eux, utiliser les bains et les toilettes publics, qui n'offraient que peu d'intimité.



LE PLOMB DISPARAÎT

La chute de l'Empire romain relègue la technologie sanitaire aux oubliettes. Au Moyen Âge, quiconque avait besoin d'eau devait se rendre à la rivière ou au puits le plus proche.

La plupart des bâtiments n'étaient donc pas pourvus de système d'évacuation des eaux usées. Celles-ci étaient habituellement recueillies dans un récipient, puis déversées dans la rue, ce qui engendra régulièrement de grandes épidémies de peste, de typhus et de choléra.

Ce n'est qu'au XIX^e siècle qu'on commence à prendre conscience de la nécessité de disposer d'un système de distribution d'eau potable et d'un système d'égouts pour l'évacuation des eaux usées.

Dès 1850, l'aménagement des réseaux d'égouts est en plein *boom* dans les villes et de nombreux appareils sanitaires sont développés. Quant au 'water-closet', une cuvette en céramique d'un seul tenant combinée à un siphon, il fait son apparition aux environs de 1883.

Introduit dans les habitations vers 1880, l'acheminement du gaz de ville vers les cuisinières, les appareils de chauffe et les appareils d'éclairage intérieur se fait d'abord par des conduites en plomb, un matériau déjà utilisé depuis longtemps pour la distribution d'eau.

Le métier de tuyauteur qui apparaît à cette époque convient parfaitement au plombier, qui possède toutes les connaissances nécessaires pour l'exercer.

Les conduites en plomb disparaissent de la circulation après la Seconde Guerre mondiale, laissant la place à d'autres matériaux tels que le cuivre, l'acier galvanisé (ou acier inoxydable) et le plastique (PVC, PEX, PP, ...).

Installations sanitaires : de Cnossos à la navigation spatiale

La problématique de l'énergie des années '70 et les préoccupations environnementales et écologiques qui en découlent jettent les bases de plusieurs innovations telles que les chauffe-eau solaires, les robinets et douches économiques, et les chasses d'eau à volume réduit.

Au même moment, l'*éco-construction* et notamment la problématique de la légionelle suscitent l'intérêt et donnent lieu à une toute nouvelle approche des réseaux de distribution d'eau, avec l'hygiène comme élément central.

RÈGLEMENT SANITAIRE

La tendance au raccordement des logements à l'eau courante remonte au début du XX^e siècle. A la même époque, la plupart des maisons sont également pourvues d'un égout privé relié au réseau d'assainissement.

Comme les appareils sanitaires dégagent souvent une odeur d'égout, on résout cet inconfort en plaçant un coupe-air à occlusion hydraulique (siphon) entre l'égout privé et le réseau d'assainissement, et en équipant tous

les coupe-air d'un conduit de ventilation. Les installations deviennent dès lors relativement complexes.

La première tâche confiée au CSTC par le secteur de la plomberie dans les années '60 sera d'effectuer une recherche pour simplifier les installations d'évacuation.

Ainsi paraît en 1965 la NIT 54 'Étude expérimentale des conditions de vidange des appareils sanitaires'. En 1971, la NIT 85 consacrée à l'écoulement d'eau et d'air dans une colonne de 70 m démontre le caractère expérimental que revêt cette étude à l'époque, mais aussi dans les années qui suivent.

Le 'règlement sanitaire', l'étude du phénomène de corrosion de même que la recherche sur la problématique de la légionelle sont autant de prouesses à inscrire au palmarès de nos collaborateurs.

QUE NOUS RÉSERVE L'AVENIR ?

La demande de confort étant désormais indissociable des économies d'énergie, l'avenir est au développement des techniques durables de bien-être, qui permettent de récupérer la chaleur de l'eau de la douche et du bain, voire éventuellement de réutiliser cette eau après épuration.

Pour ce qui est des canalisations de distribution d'eau et de gaz, on peut s'attendre à une percée de matériaux nouveaux.

Quant aux systèmes d'évacuation des eaux, on s'aperçoit que le diamètre des conduites tend à rétrécir et que l'on recourt de plus en plus souvent aux systèmes fonctionnant en dépression.

Soulignons enfin l'intégration toujours plus poussée de l'électronique et de l'informatique dans la technologie, et l'importance croissante que prend la problématique de la santé.

Dans ce contexte, la technologie de la navigation spatiale peut servir d'exemple. Songeons notamment au développement de sièges et de lits intégrant des fonctions sanitaires ... ■



Les latrines romaines n'offraient que très peu d'intimité.

Si, historiquement, le menuisier est l'homme qui travaille le bois, l'arrivée progressive de nouveaux matériaux tels que l'aluminium, le PVC, les matériaux composites, ... a cependant diversifié sa tâche. Avec l'intégration d'exigences toujours plus sévères imposées aux menuiseries, cet artisan doit aujourd'hui plus qu'hier faire preuve d'une très grande technicité.



DU CHARPENTIER AU MENUISIER

Principalement cantonné dans la fabrication et la mise en œuvre de pièces massives, tous les praticiens du bois étaient, à l'origine, nommés charpentiers. Les mots 'menuiserie' et 'menuisier' font leur apparition pour la première fois en 1392, avec la création de la corporation des huchiers-menuisiers. La raréfaction du bois au cours du Moyen Âge oblige les constructeurs à perfectionner leurs connaissances du matériau et à en maîtriser les techniques d'assemblage afin d'en limiter les sections utiles.

Ce n'est qu'à la fin du xv^e siècle qu'apparaît pour la première fois, et sans autre épithète, l'appellation de menuisier, avec une distinction progressive entre les menuisiers en bâtiment (huisseries, portes, parquets, lambris, ...) et les menuisiers en ameublement.

MENUISERIES EXTÉRIEURES

Quoique l'origine des portes et fenêtres date de la sédentarisation et de la nécessité d'abriter les habitations des intempéries tout en y permettant l'accès, ce n'est qu'au Moyen Âge que le concept de la fenêtre s'est réellement développé.

Dotés au départ de contrevents ajourés, les châssis ne sont devenus mobiles qu'au xviii^e, et plus particulièrement au xviii^e siècle, avec l'apparition des premiers châssis à guillotine. S'en suivirent le développement des mastics, l'augmentation de la taille des vitrages, le remplacement des croisées en pierre par des meneaux fixes en bois, ..., puis l'introduction des pièces d'appui et du rej et d'eau.

Avec la mécanisation des ateliers, la mise au point de machines plus précises et les exigences thermiques toujours plus sévères au xix^e siècle et surtout au cours du siècle suivant, les technologies de fabrication des châssis de fenêtre se sont à nouveau trouvées modifiées de manière fondamentale.

Le menuisier : un artisan d'une très grande technicité

C'est dans ce contexte de bouleversement technologique que le Comité technique 'Menuiserie' du CSTC voit le jour dès 1960. Avec près de 25 Notes d'information technique à son actif et plus de 10 sur le seul thème de la réalisation et de la pose des fenêtres, celui-ci a toujours veillé à accompagner l'artisan dans le processus d'innovation constant auquel il est confronté chaque jour.

Les éléments menuisés d'une façade et d'une toiture doivent satisfaire à des exigences souvent antagonistes : il faut qu'ils soient légers, manœuvrables et vitrés, tout en offrant des performances élevées en terme d'isolation thermique et acoustique, de protection et de gain solaire, d'étanchéité à l'air et à l'eau, de résistance au vent, aux chocs et à l'effraction, et doivent parfois faciliter l'accessibilité aux personnes à mobilité réduite.

Leur intégration dans des parois toujours plus exposées aux intempéries (p. ex. hauteur des bâtiments), la grande variété des formes, dimensions, compositions (bois, PVC, aluminium, ...) systèmes d'ouverture (portes battantes, coulissantes, ...) et leurs spécificités d'usage (p. ex. portes industrielles) nécessitent bien souvent un contrôle des performances en laboratoire.

A cet effet, le Centre s'est doté, en 1969, d'un banc d'essai permettant de mesurer les performances d'étanchéité à l'eau et à l'air des menuiseries, et de conseiller le menuisier quant aux adaptations susceptibles d'être apportées à son ouvrage. Ce banc d'essai fut en outre d'une grande utilité dans la mise au point du principe de la double barrière d'étanchéité (à l'eau et à l'air). Également employé dans le cadre de la délivrance des agréments techniques par l'UBAtc, il conserve tout son intérêt aujourd'hui.

Pour éviter aux PME de lourds investissements dans l'exécution d'essais en vue du marquage CE des portes et fenêtres (obligatoire à partir du 1^{er} février 2010), nous avons récemment entamé une étude, avec le soutien du SPF Économie, visant à déterminer les performances principales des fenêtres en bois (résistance au vent, performances thermiques, ...) en fonction de divers paramètres (quincaillerie, profilés, ...).

L'usage collectif des résultats de ces essais permettra au menuisier de maîtriser au mieux les caractéristiques de ses produits et profitera également aux prescripteurs lorsqu'ils font référence aux STS 52.0.

Les exigences essentielles des produits de construction ne se limitent toutefois pas à l'étanchéité à l'eau et à l'air des menuiseries. Même si l'on conçoit aisément qu'il s'agit là de propriétés fondamentales, nul ne peut ignorer la nécessité d'intégrer la construction dans un contexte plus global de développement durable.

Afin de soutenir l'ensemble du secteur dans cette démarche citoyenne, le CSTC ne cesse de diversifier ses infrastructures (cf. hall d'essai permettant, depuis 1972, de mesurer les performances d'isolation acoustique des menuiseries, parois légères, plafonds suspendus, ...) en fonction des besoins (mesure des caractéristiques des protections solaires par spectrophotométrie, p. ex.).

Dans une thématique révélant une face un peu plus sombre de notre société, la recherche prénormative 'Évaluation des performan-



Banc d'essai du CSTC destiné à mesurer les performances d'étanchéité à l'eau et à l'air des menuiseries.

ces de la menuiserie retardatrice d'effraction équipée ou non d'un système de ventilation' s'appuie sur un grand nombre d'essais pour venir compléter, à terme, la NIT 206 relative à la protection mécanique de la menuiserie et des vitrages contre l'effraction.

La durabilité intrinsèque des matériaux et plus particulièrement du bois retient également toute notre attention. Le développement de traitements de préservation plus efficaces ou l'importation de bois exotiques naturellement plus durables ont apporté des solutions par le passé. La volonté de privilégier aujourd'hui les essences locales pour limiter l'empreinte écologique de la menuiserie nécessite d'optimiser leur durabilité par une meilleure interaction entre les traitements de surface et les finitions. Les bardages en bois, fort prisés aujourd'hui, demandent également de former et d'informer le secteur par le biais de recommandations claires et précises que reprendra une future NIT sur le sujet.

Sur le plan économique, la compétitivité d'une entreprise de menuiserie ne peut se réduire à sa seule technicité. Le calcul correct du prix de revient étant au moins aussi fondamental, c'est pour pallier à certaines difficultés rencontrées en pratique que nous nous sommes rapidement attelés à la rédaction de deux référentiels sur le sujet, à savoir les NIT 142 (1982) et 152 (1984). A la même époque, l'implantation et l'organisation d'un atelier de menuiserie firent également l'objet d'une étude.

MENUISERIES INTÉRIEURES

Si la réalisation de portes intérieures, d'escaliers, de placards ou de cuisines tombe naturellement et depuis toujours dans l'escarcelle du menuisier, le développement relativement récent des parachèvements à sec diversifie notablement son activité.

Quoique déjà brevetée aux États-Unis en 1894, la plaque de plâtre 'sèche' n'a connu de réel essor dans notre pays que durant la deuxième moitié du xx^e siècle. Rapidité d'exécution, facilité de mise en œuvre et le travail sans eau furent des qualités rapidement appréciées, tant par les prescripteurs que par les poseurs.

La diversité croissante des systèmes proposés aujourd'hui (plafonds suspendus, planchers surélevés, cloisons légères fixes, démontables ou mobiles...) permet d'envisager régulièrement de nouvelles applications et a justifié la récente parution de trois Notes d'information technique. Résultats d'essai à l'appui, ces dernières seront même complétées ultérieurement par des publications dédiées aux performances d'isolation acoustique et à la résistance au feu de ces éléments.

De manière générale, cette dernière thématique a toujours fait l'objet d'une attention particulière au CSTC, certainement depuis l'incendie du grand magasin 'L'Innovation' à Bruxelles, en 1967.

Cet événement a fait prendre conscience de la nécessité d'établir des normes et règlements en matière de comportement au feu des constructions, et a mis en évidence le rôle précieux ou dévastateur que pouvaient y jouer les menuiseries intérieures. Le Centre est d'ailleurs actif depuis longtemps dans la formation des placards de portes résistant au feu.

LES REVÊTEMENTS DE SOL EN BOIS

De tout temps, les hommes ont su fendre le bois et le scier dans le sens de la longueur pour en obtenir des planches et les utiliser, entre autres, pour construire le sol des navires. Il s'agissait alors de plancher et non de parquet, ce dernier n'ayant pris sa signification définitive qu'au début du xvii^e siècle.

N'ayant cessé d'évoluer au cours des siècles et couvrant le sol de bon nombre d'édifices historiques, le parquet a dû récemment s'adapter pour qu'on puisse en réduire le coût et en améliorer la facilité de mise en œuvre.

Le parquet contrecollé fut ainsi développé, en même temps que se diversifièrent les modes de pose (p. ex. pose flottante), les produits de collage (colle en dispersion, colle polyuréthane, ...), la nature des supports (chape anhydrite, système de chauffage par le sol) et la nature du matériau en soi (parquet stratifié, par exemple).

Les Notes d'information technique 82, 103, 117 et 218 témoignent de ces changements

et de la nécessité d'en informer au mieux le poseur.

Avec le regain d'intérêt pour le parquet, compte tenu de sa valeur écologique et naturelle, les ingénieurs des Avis techniques ne cessent d'être sollicités pour des désordres observés sur ces revêtements. La réduction des délais d'exécution, l'augmentation des largeurs de lames et l'inadéquation des conditions de pose y sont souvent pour beaucoup. C'est là pourtant que la compétence et le savoir-faire de l'homme de métier prennent tout leur sens.

QUE NOUS RÉSERVE L'AVENIR ?

Si l'augmentation des performances d'isolation thermique des vitrages a été phénoménale ces dernières décennies, force est de constater que les coefficients de transmission thermique 'U' de certains profilés de menuiserie n'ont pas suivi une évolution de même ampleur. Des profilés composites permettent aujourd'hui d'atteindre des niveaux d'isolation accrus, mais ils nécessiteront une adaptation des habitudes (fixations, assemblage, pose des vitrages, design des menuiseries, ...).

La maîtrise des technologies de gestion des facteurs solaires et de transmission lumineuse, de l'énergie photovoltaïque, de la motorisation, ... ouvrira également de nouvelles perspectives et tracera probablement la voie aux menuiseries et façades dites 'intelligentes'. Les matériaux se diversifieront pour une moindre dépense d'énergie lors de leur exploitation, leur façonnage, leur mise en œuvre, réduisant ainsi leur impact écologique.

A n'en pas douter, le métier de menuisier se 'technicisera' toujours davantage ! ■



Les bardages en bois feront prochainement l'objet d'une NIT.

Enduire, rejointoyer, décorer, mais aussi de plus en plus isoler, protéger, climatiser, assainir, ... sont les actes ancestraux, contemporains et ... futurs que posent dans le processus de Construction les corps de métier représentés par le plus jeune des Comités techniques.



LES ENDUITS À TRAVERS LES SIÈCLES

Le plâtre et la chaux sont parmi les plus anciens matériaux de construction à être transformés par l'homme. Ceci peut s'expliquer par la simplicité de leur principe de fabrication : pour obtenir un peu de plâtre ou de chaux, il suffit de chauffer le minéral naturel puis de le réduire en poudre ...

Les plus anciennes traces d'utilisation d'enduits à base de plâtre ou de chaux remontent au septième millénaire avant notre ère. La civilisation égyptienne faisait régulièrement usage du plâtre comme enduit : c'est le cas de la majestueuse pyramide de Kheops.

On retrouve également des traces d'enduits dans la Grèce et la Rome antique. Leur utilisation a diminué dans l'Empire romain d'Occident seulement, alors qu'elle a connu une véritable renaissance sous l'Empire byzantin. A l'époque de la dynastie carolingienne, les enduits ont été utilisés dans bon nombre de bâtiments religieux.

L'expansion qu'a ensuite connue ce type de matériau est principalement due à l'industrialisation des processus d'extraction et de fabrication, ainsi qu'à l'amélioration de la qualité et à l'élargissement constant de la gamme des produits.

Les techniques de mise en œuvre des enduits 'humides' traditionnels ont également été améliorées : le développement des enduits à projeter en est un exemple. Il est également permis de souligner certaines modifications relatives au mode de pose. Il suffit de penser à la disparition du plâtrage intérieur appliqué sur des lattes en bois et à l'arrivée sur le marché de supports d'enduits réticulés et de plaques de plâtre à enduire, brevetées en 1894 aux Etats-Unis, mais dont l'essor en Europe ne fut véritable qu'après la Seconde Guerre mondiale.

Les mortiers et mortiers de rejointoiement pour maçonneries ont, eux aussi, connu toute une série d'évolutions importantes. Ainsi, pour

pouvoir maçonner certaines briques, il a fallu modifier la composition du mortier de pose afin d'améliorer sa résistance au gel et d'éviter l'expulsion des joints. Une tendance consistant à appliquer des joints de différentes couleurs a également fait son apparition.

LES ENDUITS SUR ISOLANT

Bien qu'il ne fête cette année que son 20^e anniversaire, le Comité technique 'Plafonnage et jointoyage' du CSTC compte déjà bon nombre de recherches et de publications à son actif.

Les activités de ce CT sont principalement orientées sur les enduits intérieurs, le rejointoiement des maçonneries et les enduits extérieurs sur un isolant thermique. Cette dernière technique, très adéquate hygrothermiquement, offre des perspectives pour l'amélioration des performances énergétiques des bâtiments neufs et existants.

Les années '90 ont été caractérisées par une tendance croissante à appliquer des enduits au plafond sur des supports à base de béton relativement jeune et lisse. Il a donc fallu mener une étude à grande échelle sur l'adhérence des enduits au plafond. En effet, ce paramètre complexe est influencé par bon nombre de facteurs pouvant être liés non seulement au produit, mais au chantier également.

GRENIERS AMÉNAGEABLES

Les supports à enduire (treillis ou plaques de plâtre) sont apparus sur le marché afin



Essai d'adhérence d'un système d'enduit appliqué sur un matériau isolant.

Enduire : décorer l'intérieur, isoler l'extérieur

de répondre au souhait d'utiliser l'espace intérieur disponible de façon optimale (en aménageant, par exemple, des espaces sous toiture). Appliquer ce système de parachèvement sur la face inférieure d'une toiture à versants, en combinaison avec une isolation thermique performante, nécessite bien entendu un complexe toiture hygrothermiquement impeccable.

PERSPECTIVES D'AVENIR

Les murs intérieurs et les plafonds offrant une grande surface d'échange avec l'air ambiant, ils pourraient contribuer fortement à son assainissement. C'est ainsi que des plaques de plâtre et des enduits capables d'extraire et de neutraliser les impuretés présentes dans l'air sont actuellement en cours de développement.

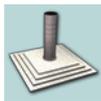
Le parachèvement intérieur pourrait aussi jouer un rôle dans la régulation de l'humidité relative de l'air ambiant. L'utilisation de matériaux à changement de phase (PCM) offre également des possibilités intéressantes dans le domaine de la consommation d'énergie et de la qualité de l'air intérieur.

De même, les nouvelles technologies devraient prochainement permettre de créer des revêtements qui, selon l'humeur des occupants, diffusent dans le bâtiment un parfum particulier ou dégagent une certaine lumière. En outre, les chambres à coucher devraient bientôt pouvoir être protégées des rayonnements (électromagnétiques) à l'aide d'enduits spécifiques.

Il devrait encore être possible de réduire les délais de construction grâce au développement d'enduits intérieurs permettant d'effectuer rapidement les travaux de finition.

Enfin, les systèmes d'enduits extérieurs, très prisés en raison de leurs propriétés d'isolation thermique, semblent posséder également des propriétés autonettoyantes qui les rendraient capables d'extraire les substances nocives contenues dans l'air extérieur. Ces développements offrent des perspectives intéressantes en ce qui concerne l'amélioration de la qualité de l'air extérieur. ■

De mémoire d'homme, la pierre naturelle a toujours été utilisée comme matériau de construction et de revêtement. Ainsi, les chefs-d'œuvre architecturaux de la civilisation grecque antique ont été réalisés à l'aide de marbre en provenance des abords d'Athènes. Les Romains étaient, eux aussi, de grands amateurs de la pierre naturelle, notamment pour le revêtement du sol, des maçonneries et des colonnes.



NATUREL ET NOBLE

En Belgique, la pierre naturelle est extraite depuis plus de 2000 ans déjà. Notre pays est donc un fournisseur renommé de ce matériau. Ainsi, la pierre bleue est prisée bien au-delà de nos frontières.

Au Moyen Âge, son utilisation connaît toutefois une baisse de popularité, avant de prendre un nouvel essor durant la Renaissance. Son véritable retour s'est fait au 18^e siècle, tant la mode voulait alors que chaque château, église et édifice public prestigieux soient constitués ou recouverts de pierre naturelle. Au milieu du 19^e siècle, la demande de certains types de pierres (pierre blanche, p. ex.) était telle qu'il fallut accélérer les importations depuis la France.

A l'heure actuelle, nous observons également une importation croissante depuis des contrées plus éloignées, avec pour conséquence un élargissement exponentiel de la gamme de coloris et des possibilités de finition, au détriment néanmoins d'une bonne connaissance du matériau.

Les évolutions industrielles ont entraîné au cours des siècles nombre de changements radicaux dans les techniques d'extraction et de production de ce matériau naturel. Le passage de l'utilisation du cheval à celle de la machine à vapeur et, plus tard, à celle de l'électricité est à l'origine de cette évolution.

INTERACTIF ET ÉVOLUTIF

Le Comité technique 'Pierre et marbre' a été mis sur pied très rapidement après la fondation du CSTC et compte aujourd'hui à son actif de nombreuses études et publications concernant la pierre naturelle. Ainsi, en 1962 déjà, une Note d'information technique est consacrée à la pierre bleue, un sujet récurrent au cours des décennies suivantes. Le Centre s'intéresse aussi à certaines applications spé-

Pierre et marbre : intemporels et modernes

cifiques de la pierre, telles que les dallages intérieurs et les revêtements de façade, et mène des recherches sur les techniques de nettoyage des façades et sur les hydrofuges de surface.

L'exploitation intensive de la pierre naturelle, notamment dans les pays d'Asie, se traduit aujourd'hui par une offre étendue de pierres 'exotiques' sur le marché. Personne ne s'étonnera dès lors de la difficulté croissante qu'implique le choix du type de pierre le plus approprié à un ouvrage particulier.

Cette abondance de produits a poussé le Comité technique à formuler une série de critères de base afin d'orienter le choix de la pierre en fonction de sa destination. La première NIT interactive et évolutive a été élaborée dans cette optique en 2006 avec pour thème ... la pierre naturelle.

Ce document a été conçu sous une forme tout à fait inédite : il est constitué d'une base de données contenant des fiches élaborées à partir d'essais et d'analyses effectués sur des échantillons fournis au CSTC.

Le format électronique innovant de cette NIT permet de sélectionner en un minimum de temps une ou plusieurs pierres sur la base de divers critères (caractéristiques physiques et mécaniques, dénomination commerciale, type de roche, teinte, ...). Il est donc possible de prendre connaissance non seulement des caractéristiques de la pierre, mais aussi des éventuels agréments techniques, des publications de référence, des descriptions d'essais normalisés, des consignes d'utilisation du matériau, ...

ATG ET BENOR

La pierre naturelle exige que l'on veille à sa qualité. Il est en effet essentiel que l'on puisse effectuer le choix d'un type de pierre en s'appuyant sur des données techniques exactes. Ceci est possible en Belgique grâce aux fiches techniques de la NIT 228 ou encore au système des agréments techniques (ATG).

Une douzaine de carrières de pierre bleue (principalement belges) disposent actuellement d'un ATG délivré par l'UBAtc, dans lequel sont recensées l'origine et les caractéristiques du matériau extrait. La plupart des professionnels du secteur souhaitent encore

aller plus loin et compléter les ATG d'un certificat de type BENOR pour les produits finis.

DÉVELOPPEMENTS FUTURS

La pierre naturelle étant par définition un matériau naturel, les possibilités en matière de technologie du matériau sont en toute logique restreintes.

Ce matériau revêt néanmoins, grâce à sa faible énergie grise, un intérêt particulier sur le plan environnemental, pour autant que certaines conditions soient remplies (gestion durable de l'extraction de la pierre, gestion des déchets, consommation rationnelle d'eau, limitation des nuisances sonores et de la production de poussière, ...).

Ainsi, sous l'impulsion de la réglementation sur les performances énergétiques, il serait possible de s'atteler au développement de systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant, qui consistent en une couche de pierre naturelle collée sur un isolant thermique.

De plus, nous devrions être en mesure – comme c'est déjà le cas aux Etats-Unis – de fabriquer des panneaux de façade légers et ultra-résistants en appliquant une fine couche de pierre naturelle sur un support de type 'nid d'abeille'.

L'utilisation de la pierre naturelle 'massive' pourrait s'avérer utile pour la finition intérieure lorsqu'on souhaite compenser un éventuel manque de masse thermique.

Enfin, il existe un gros potentiel novateur dans le développement des techniques de post-contrainte, autorisant la réalisation d'ouvrages plus élancés. ■



Colonnes post-contraintes de la gare 'Saint-Charles' à Marseille.

Avant 1960, on attendait essentiellement des constructions qu'elles atténuent le bruit des voix, ce qui, avec les méthodes de construction traditionnelles (lourdes) de l'époque, était relativement facile à réaliser.



PROFITER DU SILENCE ...

Ces dix dernières années, les sources de nuisances sonores du logement moyen se sont multipliées. Les télévisions se sont fort répandues dans les années '60 et la chaîne hi-fi a été mise au point au cours de la décennie suivante. La musique s'est ensuite mise à porter sur des fréquences de plus en plus basses dans le courant des années '80 (avec des sons émis sous la fréquence de 63 Hz); il est dès lors devenu plus difficile de s'en isoler. Un autre fruit de l'évolution : l'irrépressible progression des systèmes de *home cinema* avec leurs larges écrans et leurs baffles puissants. De même, la forte hausse du trafic routier, ferroviaire et aérien contribue indéniablement à accentuer la gêne acoustique.

La construction durable exige dès lors d'accorder davantage d'attention à l'isolation acoustique.

LE PROBLÈME DE L'ISOLATION THERMIQUE

L'idée qu'une bonne isolation thermique s'accompagne forcément d'une bonne isolation acoustique est une conclusion hâtive fréquemment entendue. Rien n'est plus faux !

Le remplacement des vitrages simples par des doubles vitrages peut fortement nuire à l'isolation acoustique. L'effet masse-ressort-masse du double vitrage provoque souvent une altération de l'isolation vis-à-vis des bruits de basse fréquence produits par le trafic urbain. Le problème peut toutefois être résolu par le recours aux vitrages acoustiques épais de composition asymétrique.

De même, l'amélioration de l'isolation thermique des blocs de construction ces dix dernières années a considérablement réduit la qualité de l'isolation acoustique entre les maisons ou les appartements.

LA NORMALISATION ACOUSTIQUE

Afin de préserver le confort acoustique, un certain nombre de réglementations et de normes

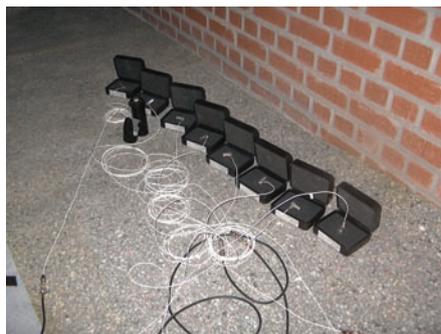
Changement de climat acoustique

ont été mises en place à partir des années '60. En 1966 est publiée la norme NBN 576-40, qui décrit les exigences d'isolation aux bruits aériens et aux bruits de choc pour les logements, les bureaux et les écoles. Quelque 10 ans plus tard, cette norme est partiellement révisée, son domaine d'application élargi (aux maisons de repos, aux hôpitaux, ...), ses exigences sont renforcées et la nouvelle édition est rebaptisée NBN S 01-400. En 1987 paraît la norme NBN S 01-401, qui définit les exigences en matière de limitation du bruit des installations.

Issue d'une série d'études approfondies, la norme NBN S 01-400-1 (Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation) voit enfin le jour en 2008. Révision des trois normes précitées, elle devrait, d'ici peu, être complétée d'une deuxième partie sur les exigences applicables à la construction non résidentielle, puis d'une troisième décrivant un système de classification global. Cette dernière partie tentera de définir sous un label unique la qualité acoustique globale d'une unité de construction (maison, appartement, bureau, ...).

NIVEAUX DE CONFORT ACOUSTIQUE

La nouvelle norme NBN S 01-400-1 distingue deux niveaux de confort acoustique. Les exigences de confort 'normal' sont en fait un compromis entre les coûts de construction et le confort acoustique de base, et visent à satisfaire 70 % des utilisateurs. L'introduction de ce niveau de base devrait permettre au secteur de la construction de s'adapter progressivement aux exigences de confort 'accru', qui visent un pourcentage d'occupants satisfaits de plus de 90 %. Afin d'atteindre ce niveau de qualité, il sera bien souvent nécessaire d'appliquer de nouvelles méthodes, de nouveaux



Essais destinés à l'étude des transmissions latérales.



Détail de construction innovateur avec joint souple (isolation acoustique améliorée).

systèmes de construction et de nouvelles directives en la matière (p. ex. pour réduire la transmission latérale indirecte).

Afin de préparer le secteur à ces nouveaux défis, le CSTC mène une étude de grande envergure devant déboucher sur des directives de construction neutres et adaptées. Pour ce faire, différents producteurs de matériaux et de systèmes de construction ont été invités à mettre au point des solutions innovantes. Plusieurs projets innovateurs remarquables offrant des applications en construction neuve et en rénovation ont ainsi pu voir le jour.

DÉFIS POUR L'AVENIR

À l'heure actuelle, nous nous attachons à l'élaboration de la norme NBN S 01-400-2, qui présentera une série de critères de performances pour le secteur non résidentiel (bureaux, hôtels, écoles, maisons de repos, hôpitaux, ...). Ces critères devront encore être étayés et complétés par des directives de construction adaptées.

Il convient par ailleurs de rechercher des moyens d'aboutir à une approche thermique et acoustique intégrée, sans oublier que la progression rapide de la construction à ossature en bois réclame une guidance soutenue en matière d'acoustique. ■

L'énergie et le climat étaient les thèmes de prédilection de ces dix dernières années et marqueront les prochaines années de leur empreinte au niveau social, ainsi que dans le bâtiment. Il s'agit véritablement d'un thème horizontal et transversal, également étudié dans divers autres Comités techniques. Considérant que tous les métiers de la construction sont confrontés à la thématique de la physique du bâtiment et du confort, le Centre a fondé le CT 'Hygrothermie' en 1971.



Plus de confort avec moins d'énergie

chir quant à notre rapport aux ressources énergétiques limitées et polluantes.

Dans ce contexte, le 'trias energetica' est un guide précieux :

- étape 1 : limiter les besoins en énergie
- étape 2 : utiliser autant que possible les sources d'énergie durable
- étape 3 : couvrir de la façon la plus efficace possible la consommation résiduelle avec des sources d'énergie limitées.

gration des sources d'énergie durables dans les bâtiments fait l'objet d'un intérêt grandissant : pompes à chaleur, rafraîchissement par le sol, panneaux solaires pour la production d'eau chaude et la production électrique, récupération de chaleur dans les systèmes de ventilation, ...

NORMALISATION ET RÉGLEMENTATION

La normalisation et la réglementation sont des instruments de choix pour faire connaître les exigences performantielles accrues et les faire adopter par le secteur de la construction.

Nous avons ainsi joué un rôle important dans la mise en application de la directive européenne sur la performance énergétique dans les trois régions de notre pays. Bien que cette réglementation ait déjà porté ses fruits pour la construction neuve, le défi consiste aujourd'hui à accroître le niveau de performance énergétique de l'ensemble des bâtiments existants et à améliorer du même coup le confort et la durabilité.

La demande croissante sur le plan de la recherche, du développement et du soutien au secteur promet dès lors un bel avenir au Comité technique. ■

LE CONFORT A UN PRIX

Adapter le confort aux besoins du consommateur a toujours été une préoccupation majeure du secteur de la construction. Au bout du compte, on attend du bâtiment qu'il protège du vent, du froid et de la chaleur, et nous permette de vivre, travailler, faire nos achats, nous détendre, suivre des cours, ..., de manière agréable et confortable.

Les exigences de confort ont subi quelques sérieuses évolutions ces 50 dernières années. Si on se satisfaisait auparavant d'un salon et d'une cuisine chauffés, on estime normal aujourd'hui qu'une température adaptée (et adaptable) règne dans toutes les pièces. Le confort thermique pendant l'été a suscité, lui aussi, un intérêt croissant ces dernières années (limitation du risque de surchauffe).

Par ailleurs, l'homme prend de plus en plus conscience de la nécessité de bénéficier d'un climat intérieur sain, duquel les polluants, les odeurs, l'humidité, ..., sont rapidement évacués, mais aussi d'un éclairage confortable, condition indispensable à la réalisation optimale des tâches nécessitant une certaine acuité visuelle.

Il n'est dès lors pas surprenant que les exigences en matière de conception et de mise en œuvre des installations de chauffage, de refroidissement, de ventilation et d'éclairage aient été considérablement renforcées.

Afin de pouvoir satisfaire aux exigences de confort, des systèmes de chauffage central, d'air conditionné, de ventilation et d'éclairage ont été installés en masse, entraînant une forte consommation d'énergie.

Les retombées économiques de la crise pétrolière des années '70 et '80 et la menace du changement climatique firent beaucoup réflé-

PERFORMANCES AMÉLIORÉES

La consommation d'énergie des bâtiments a connu des améliorations spectaculaires ces dernières années. La valeur U du vitrage a ainsi été divisée par 10, passant de 6 W/m²K pour le vitrage simple ordinaire à 0,6 pour les vitrages triples ou les vitrages sous vide les plus performants.

Le niveau d'isolation thermique a réalisé un progrès comparable : tandis que la plupart des habitations anciennes présentent un niveau K de l'ordre de K150, les maisons passives de K15 ne sont plus du tout exceptionnelles.

Quant au traitement des ponts thermiques et des infiltrations d'air (n_{50} de 10 à 30 h⁻¹ contre 0,6 à 1 h⁻¹ aujourd'hui), il a focalisé toutes les attentions. Des logiciels de simulation performants peuvent aujourd'hui nous guider dans le choix des solutions à apporter en la matière.

La disponibilité de la masse thermique, la gestion de l'énergie solaire, l'aération intensive nocturne, ..., peuvent, pour le reste, limiter le besoin de refroidissement artificiel.

De même, la gestion de la qualité de l'air permet de réduire la consommation d'énergie, notamment par le recours aux systèmes de ventilation contrôlée en fonction de la demande.

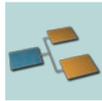
Enfin, une meilleure intégration de la lumière naturelle et le choix d'un éclairage artificiel économe, modulé selon les besoins peuvent conduire à une baisse substantielle de la consommation des systèmes d'éclairage.

Le CSTC a développé des infrastructures de recherche pour tous ces thèmes, et travaille en collaboration avec d'autres institutions, afin de mettre au point des techniques d'évaluation offrant une meilleure emprise sur la consommation d'énergie. Par ailleurs, l'inté-



De nouveaux concepts de façades assurent un climat intérieur confortable et adaptable.

Ces 50 dernières années ont été caractérisées par une série d'innovations dans le domaine de la gestion de l'entreprise. Cet article a pour but d'en présenter les faits les plus marquants.



LA GESTION DE L'ENTREPRISE EN PLEIN DÉVELOPPEMENT

Avec l'arrivée de l'ordinateur personnel au début des années '80, les premiers logiciels de traitement de texte et les premiers tableurs ont fait leur entrée dans les entreprises de construction. Au fil des années, l'ordinateur est ensuite devenu un outil portable disposant généralement d'une connexion Internet.

Le domaine de la téléphonie, lui non plus, n'a eu de cesse d'évoluer. Bien que les premiers GSM n'aient fait leur apparition que dans le courant des années '90, cette technologie est rapidement devenue indispensable pour l'entrepreneur.

Les supports de stockage de données numériques n'ont pas échappé à la tendance : les premières disquettes permettaient de stocker 600 kB, tandis que la plupart des clés USB offrent à l'heure actuelle une capacité de 1 GB minimum. Certains disques durs externes atteignent même une capacité de 1 TB (le téra-byte vaut 1000 GB) !

Une certaine modernisation est également observable sur le plan des formations. A quand remonte le temps où l'on se servait encore d'un tableau traditionnel dans une classe de cours ? La plupart des formateurs, munis aujourd'hui de projecteurs LCD, y repensent avec nostalgie.

Les années passent et les démarches liées à la sécurité, à la qualité et à l'environnement évoluent également. Autrement dit, un bon management doit non seulement répondre aux besoins actuels de l'entreprise, mais également tenir compte des besoins des générations futures.

DÉFIS À RELEVER PAR LES ENTREPRISES

Il est évident que ces nouvelles tendances ont de nombreux avantages à offrir : l'incalculable gain de temps, l'amélioration de la gestion des données, le contrôle facilité des différentes étapes du processus de construction, ...

Pour y parvenir, un certain nombre de condi-

tions doivent néanmoins être remplies. Ainsi, les divers outils doivent être adaptés à la tâche à laquelle ils sont destinés et les utilisateurs avoir reçu la formation nécessaire afin d'en tirer le meilleur profit.

LE RÔLE DU CSTC

Nous mettons tout en œuvre afin de venir en aide aux entreprises de construction. Ainsi, le site Internet www.cstc.be, avec ses bases de données des produits de construction, des publications et des normes, constitue une mine d'informations foisonnantes pour l'entrepreneur.

Le nombre de pages consultées est en constante évolution et témoigne de l'intérêt grandissant de l'entrepreneur pour ce type de service.

Nos publications font régulièrement état de ces innovations. Ainsi, la 17^e édition de CSTC-Contact, parue voici un an, était entièrement dédiée à la gestion de l'entreprise et toute une série d'Infofiches en cours d'élaboration traiteront, entre autres, de l'importance d'une bonne planification des projets, depuis l'offre jusqu'à l'achèvement des travaux. Le Rapport n° 8 traitait, quant à lui, des portails de projets.

Vu l'évolution permanente des outils informatiques, il est primordial de tenir les utilisateurs informés. Le Centre organise, pour ce faire, de nombreuses formations, brièvement présentées dans le catalogue des formations 'Gestion' (disponible sur www.cstc.be).

Nous créons également des modèles visant à aider les entrepreneurs à se servir des logiciels informatiques les plus variés, généralement des tableurs et des logiciels de planning courants (gebe@bbri.be).

Le CSTC apporte également régulièrement son aide à l'organisation d'actions de sensibilisation et de journées d'étude consacrées aux nouvelles applications informatiques.

Ainsi, au cours de ces dernières années, divers événements couronnés de succès ont eu lieu à Beez et au centre Construction Virtuelle, à Heusden-Zolder.

Nous tenons par ailleurs à rappeler que nos collaborateurs apportent une assistance per-

sonnalisée dans le cadre des Guidances technologiques subsidiées par les Régions.

Une autre activité intéressante est la recherche consacrée à la gestion des risques dans la construction. Celle-ci a pour but d'aider les entreprises du secteur à identifier, analyser et gérer les risques pouvant se produire durant les diverses phases d'un projet, tant en matière de budget que de délais.

PERSPECTIVES D'AVENIR

Si, à l'origine, l'informatique possédait une architecture centralisée (un seul ordinateur central et plusieurs terminaux d'accès), le coût élevé de tels systèmes a entraîné l'utilisation de plus en plus fréquente d'ordinateurs personnels pour le stockage des données.

Cependant, étant donné l'accessibilité améliorée et l'omniprésence des réseaux (internes et externes), nous constatons actuellement un retour aux outils centralisés (comme les serveurs d'entreprise ou les serveurs web).

Cette façon de travailler soulève néanmoins bon nombre de questions quant à la sécurité des informations disponibles (perte, sauvegarde automatique, vol, ...) et à la façon dont le transfert des données doit s'effectuer entre les utilisateurs. ■



Systèmes de stockage des données d'hier et d'aujourd'hui.

Publications et formations au CSTC

Une des tâches essentielles du CSTC consiste à diffuser les connaissances acquises auprès du secteur de la construction. Nous présentons ci-dessous un bref aperçu de nos publications en ligne les plus récentes, ainsi qu'un extrait de l'agenda des cours que nous organisons.

PUBLICATIONS

Les Dossiers du CSTC n° 4/2008

- Cahier 1 Réglementation sur la performance énergétique des bâtiments : du nouveau à Bruxelles et en Wallonie (C. Delmotte)
- Cahier 5 Une NIT consacrée aux ouvrages particuliers en verre (V. Detremmerie et G. Zarmati)
- Cahier 6 Evaluer le béton en place en cas de litige (V. Pollet et B. Dooms)
- Cahier 7 La pose collée des revêtements de sol résilients (V. Pollet et P. Steenhoudt)
- Cahier 8 Calorifugeage des conduites dans la Région de Bruxelles-Capitale (J. Schieffecq, K. De Cuyper et C. Delmotte)
- Cahier 9 Stabilité dimensionnelle des pierres agglomérées à base de résine (T. Vanghel et F. de Barquin)
- Cahier 10 Isolation thermique des toitures à versants en rénovation (F. Dobbels)
- Cahier 20 Le respect des nouveaux critères de confort acoustique dans les constructions en bois (M. Van Damme).

Infofiches

- Infofiche 36 Quel support pour mon planning ? (Division 'Gestion, qualité et techniques de l'information')
- Infofiche 35 Le secteur de la construction et la nécessité du planning (Division 'Gestion, qualité et techniques de l'information').

Rapports CSTC

- Rapport 11 Application des Eurocodes à la conception des menuiseries extérieures (E. Dupont)
- Rapport 10 Sécurité et mise en oeuvre d'éléments préfabriqués en béton (S. Danschutter et J. Van Dessel).

FORMATIONS

La gestion des eaux pluviales et des eaux usées sur la parcelle (cours d'hiver 2008-2009)

- *Brève description :*
 - techniques de gestion durable des eaux pluviales
 - épuration individuelle des eaux usées : réglementations régionales, aperçu des divers systèmes d'épuration, aspects déterminant le choix

- *Public :* installateurs sanitaires, auteurs de projets
- *Où et quand ?*
Construform, Rue de Wallonie 21, 4460 Grâce-Hollogne, les 25 mars et 1^{er} avril 2009, de 19h00 à 22h00.

Les menuiseries (cours d'hiver 2008-2009)

- *Brève description :*
 - dispositifs anti-effraction : normalisation, mesures mécaniques et électroniques
 - bardages en bois : types de revêtements, matériaux, exigences, traitements de protection, réalisation, détails de mise en oeuvre et de finition, cas pratiques
- *Public :* menuisiers, entrepreneurs, auteurs de projets
- *Où et quand ?*
 - Centre de formation pour les PME, Rue de Limbourg 37, 4800 Verviers, les 11 et 18 mars 2009, de 19h00 à 22h00
 - Centre de formation PME, Rue Fétis 61 - Site Remacle, 5500 Bouvignes, les 24 et 31 mars 2009, de 19h00 à 22h00.

Placeurs de portes résistant au feu

- *Brève description :* notions générales en matière d'incendie et de sécurité en cas d'incendie, réglementation, propriétés des matériaux et des éléments de construction, méthodes d'essai et de classification de la résistance au feu, agrément BENOR/ATG des portes résistant au feu, projection vidéo de deux incendies (dancing - tour de bureaux)
- *Public :* entrepreneurs de menuiserie
- *Où et quand ?*
CSTC, Avenue P. Holoffe 21, 1342 Limelette, les 3, 10, 17 et 19 mars 2009, de 18h00 à 21h00.



INFORMATIONS UTILES

Formations

- Division 'Gestion, qualité et techniques de l'information' (gebe@bbri.be) :
 - tél. : 02/716.42.11
 - fax : 02/725.32.12
- J.-P. Ginsberg (info@bbri.be) :
 - tél. : 02/655.77.11
 - fax : 02/653.07.29
- Lien utile : www.cstc.be (rubrique 'Agenda')

Publications (publ@bbri.be)

- Tél. : 02/529.81.00 (de 8h30 à 12h)
- Fax : 02/529.81.10
- Lien utile : www.cstc.be (rubrique 'Publications')

Fondations sur pieux : exécution et dimensionnement selon l'Eurocode 7

- *Brève description :*
 - exécution : aperçu des différents types de pieux avec les techniques d'installation associées, applicabilité, normes d'exécution européennes
 - dimensionnement : nouvelles directives pour le calcul de la capacité portante des pieux, exemples de calcul
- *Public :* praticiens de la mécanique des sols
- *Où et quand ?*
BESIX, Avenue des Communautés 100, 1200 Bruxelles, le 3 mars 2009 (exécution) et le 10 mars 2009 (dimensionnement), de 18h00 à 21h00.

Application pratique de la nouvelle norme acoustique NBN S 01-400-1

- *Brève description :*
 - contenu de la nouvelle norme acoustique NBN S 01-400-1
 - solutions pour les immeubles à appartements et les maisons mitoyennes
 - isolation acoustique des façades
- *Public :* entrepreneurs et auteurs de projets
- *Où et quand ?*
CSTC, Avenue Pierre Holoffe 21, 1342 Limelette, les 20 avril et 4 mai 2009, de 18h00 à 21h00.

MS Project - Initiation

- *Brève description :* cf. catalogue des formations 'Gestion' GEBES01fr
- *Public :* conducteurs de chantier, gestionnaires de projets ou chefs d'entreprise désireux d'entamer la gestion informatisée de leurs projets à l'aide du logiciel MS Project
- *Où et quand ?*
CSTC, Lozenberg 7, 1932 Sint-Stevens-Woluwe, les 23 et 30 avril, 7 et 14 mai 2009, de 9h00 à 16h00. ■



ETICS

Sous l'égide du CT 'Plafonnage et jointoyage' et avec le soutien des membres de son groupe de travail 'Enduits extérieurs', un film introduisant la mise en oeuvre des enduits extérieurs sur isolant (ETICS) a été produit par le CSTC et peut dès à présent être visionné sous la forme d'une Infofiche 'e-learning' en ligne (www.cstc.be).



Cette édition spéciale du CSTC-Contact a été établie avec la collaboration de divers ingénieurs du Centre, qui, chacun dans sa spécialité, ont apporté une vision scientifique et technique de l'évolution probable des métiers de la construction. S'appuyant notamment sur l'éventail des projets de recherche actuels et futurs, leur avis fut enrichi par les témoignages du passé.

Depuis sa création et grâce à l'implication des professionnels via les Comités techniques, le Centre s'est toujours attaché à accroître la qualité et la productivité du secteur. Pour mener à bien ses missions de recherche, de développement, de transfert d'information et de stimulation à l'innovation, il peut s'appuyer sur les redevances de ses membres et sur le soutien financier de la Commission européenne, du Service public fédéral Economie et des trois régions du pays.

Nous tenons ici à remercier tout particulièrement les institutions suivantes pour leur précieuse contribution à nos activités :

- SPF Economie, PME, Classes moyennes et Energie
- Région wallonne, Direction générale opérationnelle Économie, Emploi, Formation et Recherche (DG6)
- Institut d'encouragement de la recherche scientifique et de l'innovation de Bruxelles (IRSIB)
- Instituut voor de Aanmoediging van Innovatie door Wetenschap en Technologie in Vlaanderen (IWT)
- Commission européenne (CE).



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

Editeur responsable : Carlo De Pauw
CSTC - Rue du Lombard 42, 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 partielle, des textes et des illustrations de la présente revue n'est autorisée qu'avec le consentement écrit de l'éditeur responsable.



BRUXELLES

Siège social

Rue du Lombard 42
B-1000 Bruxelles

direction générale
tél. 02/502 66 90
fax 02/502 81 80
e-mail : info@bbri.be
site web : www.cstc.be

ZAVENTEM

Bureaux

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

avis techniques - interface et consultance
communication
gestion - qualité - techniques de l'information
développement - valorisation
agrément techniques
normalisation

publications

tél. 02/529 81 00
fax 02/529 81 10

LIMELETTE

Station expérimentale

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

recherche et innovation
laboratoires
formation
documentation
bibliothèque

HEUSDEN-ZOLDER

Centre de démonstration et d'information

Marktplein 7 bus 1
B-3550 Heusden-Zolder
tél. 011/22 50 65
fax 02/725 32 12

Centre de compétence TIC pour les professionnels de la construction (ViBo)