



Neue Wege für den Betonbau

¹ **Laurent Mathez**

¹ Debrunner Acifer SA, Switzerland

Swiss Engineering - Revue Technique Suisse RTS, Mai 2011, S. 34/35

Volières du Bois-de-la-Bâtie à Genève - L'armature à haute résistance à la corrosion TOP12® permet de diminuer l'enrobage et donc l'épaisseur de la dalle, sans réduction de la durée de vie.



Nouvelles voies pour la construction en béton

Les nouveaux matériaux permettent des méthodes de construction innovantes et durables, et la réalisation d'ouvrages audacieux. C'est en substance ce qu'ont démontré aux 130 participants les orateurs qui se sont succédés lors de la journée technique « Nouvelles voies pour la construction béton », organisée à l'EPFL le 19 janvier dernier par Swiss Steel AG en collaboration avec Debrunner Acifer SA et Cobiax Technologies SA.

Les changements de l'environnement de marché ont poussé il y a quelques années Swiss Steel à abandonner les aciers d'armatures classiques au profit des aciers spéciaux, pour l'industrie des machines et automobile. Seuls quelques aciers d'armature particuliers font encore partie de la gamme de produits. « Nous vous proposons aujourd'hui quelques possibilités pour emprunter vous-mêmes de nouvelles voies », a dit en introduction Lukas Bäurle, ingénieur en sciences des matériaux et responsable des produits de construction chez Swiss Steel.

L'armature inoxydable dans le bâtiment

Pascal Kronenberg, responsable du TFB Romandie, a ouvert les

présentations avec un rappel de l'utilité des aciers inoxydables pour améliorer la durabilité des ouvrages d'art et avec quelques indications permettant le choix de la nuance d'acier appropriée en fonction de la contamination en chlorures du béton. Dans la construction de bâtiments en béton, où on est confronté au risque de corrosion de l'armature suite à la carbonatation du béton, les enrobages préconisés par le passé étaient insuffisants pour garantir des ouvrages durables – notamment lorsqu'on tient compte des tolérances de pose des barres d'armature dans la pratique – et les exigences normatives n'ont cessé d'augmenter. Des diagrammes présentés par le Dr Kronenberg indiquent de manière simple, en

fonction de l'enrobage, du diamètre de l'armature et de la profondeur de carbonatation, à partir de quel moment le risque d'éclatement du béton devient élevé. L'importance de l'humidité relative de l'air doit également être prise en compte dans l'appréciation du risque de corrosion et donc de dégâts d'éclatement du béton d'enrobage.

Des essais réalisés notamment sur les aciers TOP12 démontrent l'utilité des aciers à résistance à la corrosion élevée dans le bâtiment, surtout pour la construction d'éléments fins ou dans des conditions particulières (béton bouchardé, peu de place pour les armatures, etc.) ou avec des nouveaux types de ciment à teneur en clinker réduite.

Ce ne sont pas les séismes, mais les bâtiments qui tuent !

C'est en ces termes que le Dr Pierino Lestuzzi, spécialiste de la recherche parasismique à l'IMAC/EPFL, a introduit son exposé sur les nouveaux aspects du dimensionnement parasismique. Dans ce domaine également, les normes sont en constante évolution et les détails constructifs revêtent une importance capitale. Après un rappel de l'importance des caractéristiques de ductilité des aciers, non seulement aux extrémités des refends, mais sur toute leur section, le Dr Lestuzzi a donné quelques pistes pour le renforcement de bâtiments existants, notamment par clavage de joints de dilatation existants, accompagné de mesures appropriées, ou la réalisation de diaphragmes par la création d'un plancher mixte collaborant. Les recouvrements dans les rotules plastiques peuvent être évités de manière simple et économique par l'utilisation de liaisons d'armature par filetage, dans les constructions existantes ou nouvelles, pour autant que les produits utilisés ait subi avec succès les essais sismiques démontrant leur aptitude à cette utilisation. Dans les développements potentiels, M. Lestuzzi cite la préfabrication, qui permet moyennant quelques mesures constructives simples une construction parasismique rationnelle. La précontrainte verticale non injectée fait également partie des voies du futur, y compris pour des refends en maçonnerie. Des essais sismiques sur cette technique sont présentés au moyen d'une vidéo, impressionnante par la stabilité apportée même lors de déformations très importantes de la maçonnerie.

Liaisons d'armatures BARTEC

Suite logique à cet exposé, Eric Lefebvre, ingénieur responsable produit chez BARTEC Systèmes constructifs à Lyon présente les essais réalisés sur les liaisons d'armature par filetage BARTEC et les possibilités de simplification de la construction parasismique offertes par ce système. Afin de répondre aux exigences

de la norme SIA 262, exigeant des essais approfondis pour l'utilisation de coupleurs dans les refends parasismiques, le produit BARTEC a fait l'objet d'une expertise dirigée par le Prof. Albin Kenel. Les résultats obtenus par les liaisons BARTEC répondent aux exigences pour tous les types de séismes. Afin de conserver la plus grande capacité de déformation possible, les coupleurs BARTEC seront, dans la mesure du possible, tous positionnés dans le même plan, ce qui n'induit aucune faiblesse du refend. En effet, lors des essais de traction, la rupture a systématiquement lieu hors de la zone de liaison, démontrant les qualités de ce produit. Quelques réalisations de renforcements parasismiques sont présentées, autant pour des immeubles neufs que pour des bâtiments existants, notamment un ingénieux renforcement de la structure de l'Institut Central des Hôpitaux Valaisans (ICHV) à Sion.

Nouveau bâtiment de l'UEFA à Nyon

Réunissant plusieurs prouesses techniques, le nouveau bâtiment avant-gardiste de l'UEFA à Nyon (architecte: Bassi-Carella, Genève) est un exemple de conception de structures particulières, alliant ingéniosité et matériaux novateurs. On doit la conception de sa structure au bureau Ingeni SA, dont Monsieur Lorenzo Lelli nous présente les détails. Il s'agit d'un bâtiment en forme de couronne circulaire. Les dalles de portées importantes s'appuient sur des piliers

sur le long des façades intérieures et extérieures et sur trois cages d'ascenseur et d'escaliers qui lui confèrent sa rigidité horizontale. Les autres colonnes sont très espacées afin de garantir une grande flexibilité d'aménagement des locaux. Ces conditions nécessitent des dalles avec précontrainte radiale et circulaire et dont l'épaisseur est relativement importante. Le système Cobiax, utilisé ici, permet de diminuer de 27% le poids de ces dalles. Il s'agit de corps creux constitués de boules en matière plastique recyclée, emprisonnées dans des paniers métalliques situés entre les nappes d'armature inférieure et supérieure. Leur utilisation a de multiples avantages, en plus de l'allègement de la structure. En effet, elles permettent de limiter le volume de béton nécessaire et par là même d'éviter les émissions de gaz à effet de serre résultant de sa fabrication et de son transport (réduction de 200 tonnes des émissions de CO₂ dans le cas de ce bâtiment). A chaque étage et sur tout le pourtour du bâtiment, des avant-toits à géométrie variable, en béton préfabriqué, permettent de limiter l'ensoleillement excessif des locaux en été et donc le besoin de ventilation, point important ayant permis au bâtiment d'être labellisé MINERGIE-ECO. Ici aussi des liaisons BARTEC ont été utilisées pour la fixation des éléments préfabriqués au corps de la structure, permettant la limitation du gabarit de transport et l'efficacité de l'encastrement des éléments. Michael Stücklin, de la maison Cobiax Technologies SA, revient

sur les caractéristiques du produit Cobiax, destiné à l'allègement des dalles, écologique et simple d'utilisation. Il permet d'éviter ou de limiter les mesures à prendre contre le poinçonnement, tout en diminuant le poids du bâtiment et donc la surface des fondations.

Le viaduc sur le Rhône de la H144

La construction de la route transchablaisienne H144 nécessite l'édification d'un pont audacieux sur le Rhône, comme le présente M. Steve Monthoux, ingénieur du bureau Conus et Bignens SA à Lausanne. Cet ouvrage, d'une longueur de 440 mètres, doit répondre à de nombreuses exigences, car il enjambrera non seulement le fleuve, mais également la ligne ferroviaire du Tonkin et le canal de Stockalper. Au passage du Rhône, il doit laisser suffisamment de place à un éventuel élargissement futur nécessité par la 3^{ème} correction du Rhône. Pont impressionnant par ses dimensions et l'importance de la liaison des deux côtés du fleuve, il l'est également par ses aspects architectoniques. Piles en béton noir, tablier en béton rouge teinté dans la masse, il aura aussi une hauteur statique variable selon les portées, un caisson en forme de diamant et des piles trapézoïdales s'ouvrant au sommet, donc toutes différentes les unes des autres. Le travail de coffrage nécessaire à la réalisation de cet ouvrage n'a que peu à voir avec celui d'un coffreur, mais allie plutôt les qualités du menuisier à celles de l'horloger! De même, l'armature est particulièrement complexe, chaque étrier étant différent de son voisin. Dans les piles, des aciers d'armature à haute résistance TOP 700 ont été utilisés, afin de réduire les sections nécessaires et donc les dimensions de béton.

BFUP avec armature passive, une technologie du futur

Le Professeur Eugen Brühwiler présente les récentes évolutions du Béton Fibré Ultra Performant (BFUP). Ce matériau, confiné aux laboratoires il y a encore



UEFA à Nyon – Un nouveau bâtiment MINERGIE-ECO aux dalles allégées par le système COBIAx et aux besoins en ventilation réduits par les avant-toits, fixés par des liaisons d'armatures BARTEC.

quelques années, connaît des applications pratiques de plus en plus nombreuses, même s'il reste un matériau de niche. Le BFUP est constitué de particules ultra-fines et d'un dosage élevé en fibres métalliques ou synthétiques. Il permet de diminuer la porosité de la matrice de ciment et le rapport E/C. Il est très peu perméable à l'eau et possède une résistance à la traction et à la compression très élevées (supérieures à 150 N/mm²) et une grande capacité de déformation. Sa combinaison avec des armatures permet d'augmenter encore sa résistance et sa ductilité. Le BFUP armé est utilisé pour renforcer la structure d'un ouvrage existant en béton armé. Les essais de traction sur le BFUP armé montrent que les fibres permettent de bien contrôler l'espacement des micro-fissures et que la présence d'armature augmente fortement la capacité d'écrouissage du BFUP. L'apport d'une couche de BFUP armé sur une poutre existante permet d'en augmenter fortement la capacité portante et la rigidité. Des modèles de dimensionnement, tant à la flexion qu'à l'effort tranchant sont en cours d'élaboration et permettront bientôt de réaliser le dimensionnement de manière simple, analogue au béton armé traditionnel. **G**

Laurent Mathez
Ingénieur civil ETS/UTS
Debrunner Acifer SA



Pont sur le Rhône aux Evouettes. L'acier à haute limite élastique TOP700 permet de réduire la densité d'armature des piles fortement sollicitées.