

Reportage – Toit en béton ultra-mince et léger

Un développement de l'EPFZ ouvre de nouvelles perspectives dans la construction

© Empa



L'armature et bien plus
www.armature.ch

Debrunner Acifer Armatures

kloekner metals Your partner for a sustainable tomorrow

UN DÉVELOPPEMENT DE L'EPFZ OUVRE DE NOUVELLES PERSPECTIVES DANS LA CONSTRUCTION



© Empa

Des ingénieurs de l'EPFZ ont développé un nouveau type de toit susceptible de révolutionner la construction : en béton très mince et léger, le toit HiLo nécessite moins d'énergie, de matériaux et de travail qu'un ouvrage en béton traditionnel.

Ce toit révolutionnaire fait partie de la nouvelle unité de recherche et d'innovation HiLo, elle-même intégrée au bâtiment expérimental NEST de l'Empa et de l'Eawag situé à Dübendorf. Bâtiment à énergie positive, la nouvelle unité doit produire plus d'énergie que ses résidents n'en consomment. HiLo signifie « high performance – low emissions ».

Nouvelle forme de construction

Sous la houlette du Block Research Group de l'EPFZ dirigé par le Pr Philippe Block et le Dr Tom Van Mele, le « toit du futur » teste une nouvelle forme de construction. Le toit HiLo doit répondre aux exigences de statique et d'isolation thermique à l'aide d'une structure multicouche, en utilisant pour cela moins de matériaux qu'avec un coffrage usuel.



Un treillis en câbles d'acier sert de structure de support au toit bombé en béton léger fibré.

© Block Research Group, ETH Zurich | Photo by Juney Lee

Treillis en câbles d'acier comme structure de support

Après la mise en évidence des forces et faiblesses du coffrage grâce à un prototype 1:1 (7,5 m de haut, 162 m² de surface déployée, 120 m² de surface couverte) construit dans les halles de l'EPFZ, le chantier a pu démarrer au printemps 2019. Cinq barres verticales pour les points d'appui du toit ont d'abord été mises en place, puis ce fut au tour des poutres périphériques. Ensuite, l'équipe du Block Research Group a tendu un réseau de câbles en acier en tant que structure de support (réutilisable une fois le chantier achevé), avant de poser par-dessus une bâche en polymère textile et d'y projeter le béton léger.

Une structure de toit de seulement 19 cm d'épaisseur

La structure du toit comporte une coque intérieure de 5 cm d'épaisseur et une coque extérieure de 3 cm d'épaisseur. Solidaires grâce à un crantage en béton de seulement 3,5 cm de large, les coques constituent un matériau composite. Les cavités entre les crans sont remplies de blocs d'isolation servant à la fois d'isolation thermique et de coffrage perdu pour le crantage. L'épaisseur totale de la structure du toit est de 19 cm, pour un poids inférieur à 20 t – une finesse extrême et un poids plume par rapport aux méthodes de construction traditionnelles.

Debrunner Acifer Bewehrungen sponsorise 3 t d'armature spéciale

Pour ce projet novateur, Debrunner Acifer Bewehrungen AG a sponsorisé quelque 3 t d'acier d'armature : le PRE-ZINC 500® est le seul acier d'armature B500 galvanisé disponible de stock en Suisse. Proposé en diamètre 6 mm, il permet de réaliser des constructions allégées,

avec une armature résistante à la corrosion, de petits rayons de courbure et une faible épaisseur d'enrobage. L'acier d'armature galvanisé PREZINC 500® ne provoque pas de taches de rouille, même avant le bétonnage, ce qui est particulièrement important pour les surfaces en béton apparent.

L'acier d'armature est plié directement sur le chantier

En raison de la forme irrégulière du toit, il a fallu renoncer à façonner les barres d'acier d'armature en usine. Pour qu'il soit possible de plier les barres sur le chantier, il a fallu faire appel au plus petit diamètre possible. Normalement, la tolérance pour une armature en acier est de 1 cm. Dans le cas du toit du bâtiment HiLo, la plage de tolérance était millimétrique. Avec un diamètre de 6 mm, l'acier d'armature B500 galvanisé PREZINC 500® était la solution optimale pour ce projet.

Nouvelles perspectives pour la construction

Le toit HiLo intéresse l'industrie de la construction, car ce prototype grandeur nature démontre à la fois la praticité de mise en œuvre et l'efficacité du système de coffrage flexible. La consommation de matériaux est



Cette méthode de construction permet d'obtenir des éléments en béton de faible épaisseur et des formes bombées complexes.
© ROK Architekten

considérablement réduite par rapport aux méthodes utilisées jusqu'à présent, tout comme les déchets : un coffrage rigide étayé par dessous n'est plus nécessaire. Le temps de construction du toit sur place est nettement réduit, car ce type de coffrage demande moins de travail que la méthode conventionnelle. En effet, le réseau de câbles étant ancré aux poutres périphériques, il ne nécessite pas de piliers internes ni de fondations. L'accès sous le coffrage et un espace de circulation suffisant sont garantis à tout moment, ce qui rend le système intéressant pour la construction de ponts : le trafic n'est pas perturbé pendant le chantier.

ACIER D'ARMATURE GALVANISÉ 6 MM



*Michael Knauss,
chef de projet de la
phase d'exécution,
ROK Architekten*

Pourquoi avez-vous opté pour l'armature B500 galvanisée PREZINC 500® ?

Il n'était pas possible de recourir à l'épaisseur d'enrobage de béton habituelle pour protéger l'armature de la corrosion. La galvanisation améliore la protection anticorrosion. L'armature retenue ne fait que 6 mm d'épaisseur et peut être aisément pliée à la main, même pour les figures 3D complexes.

Êtes-vous satisfait du produit ?

Sur le chantier, les barres d'acier ont pu être adaptées facilement à la géométrie à double courbure de la coque du toit, conformément aux spécifications du plan. Il n'a pas été nécessaire de pré-plier et trier les barres en usine - une économie de temps et de travail. Grâce à sa légèreté, l'armature a pu être mise en place aisément depuis la nacelle. Nous sommes très satisfaits du produit à tout point de vue.



D'un diamètre de seulement 6 mm, les barres d'acier d'armature B500 galvanisé PREZINC 500® se plient aisément à la main.
© ROK Architekten

Qu'appréciez-vous dans la collaboration avec Debrunner Acifer Bewehrungen ?

C'est l'une des rares entreprises à pouvoir fournir de l'acier d'armature B500 galvanisé PREZINC 500®. Nous avons été très bien conseillés et l'acier d'armature a été livré rapidement, à la satisfaction de toutes les parties.

PREMIER PROJET COMMUN DU BLOCK RESEARCH GROUP ET DE L'INDUSTRIE



*Dr Tom Van Mele,
senior scientist et
co-directeur du Block
Research Group de
l'EPFZ*

Que représente HiLo pour le Block Research Group ?

Pour nous, le toit HiLo représente une avancée importante, car c'est le premier projet que nous mettons en œuvre en collaboration avec l'industrie.

Pourquoi le toit a-t-il cette forme bombée irrégulière ?

Pour montrer que notre méthode de construction n'est pas limitée aux formes standard, elle fonctionne également avec des formes créatives et inhabituelles.

Quels étaient les points délicats de la planification ?

Nous n'avions aucun point de référence ni de comparaison possible. Nous avons dû tout développer nous-mêmes et anticiper en permanence les conséquences potentielles de nos travaux. Le coffrage du toit

HiLo est un système flexible. Chaque phase (couche) a une fonction, une taille, un mode de construction, une géométrie (etc.) définis en fonction des autres phases. Une fois que le béton a durci, le toit est terminé et plus aucune modification n'est possible.



Une bâche en textile polymère posée sur le treillis fait office de coffrage.

© Block Research Group, ETH Zurich | Photo by Juney Lee

Participants au projet :

Site :

Empa Dübendorf (NEST)

Direction du projet :

ROK Architekten

Développement toit :

Block Research Group ETH Zürich

Entrepreneur toit :

Bürgin Creations

Planification et construction toit :

2019–2021

Armature toit :

PREZINC 500® – acier d'armature
B500 galvanisé

CONSEIL AUX INGENIEURS

Nos ingénieurs civils se tiennent à votre disposition pour toute question sur nos produits de technique d'armature – info@armature.ch

COMMANDES

Tél. 058 235 10 70
Mail sales@bewehrungen.ch

PRODUITS/PRIX

Découvrez beaucoup d'autres produits à des prix intéressants sur www.armature.ch

Debrunner Acifer Armatures

kloeckner metals

Your partner for a
sustainable tomorrow

L'armature et bien plus
www.armature.ch