

02/19 steeldoc

Réemploi
de l'acier



Construire, déconstruire, reconstruire

Le programme Nederland Circulaire a pour objectif de doter les Pays-Bas, d'ici à 2050, d'une économie fonctionnant à 100% avec des matières premières recyclées. L'étape intermédiaire, en 2030, est celle où 50% encore des matériaux sont neufs. Le gouvernement investit beaucoup d'argent dans la recherche afin d'améliorer le tri des déchets et de limiter au maximum la mise en décharge de matières premières. En même temps, des

innovations doivent assurer un meilleur cycle de valorisation des produits. Dans ce contexte politique, l'économie circulaire est aussi devenue un thème d'actualité majeur dans le secteur de la construction, et la réalisation de structures temporaires se développe largement. Deux projets du cabinet d'architecture cepezed, de Delft, sont emblématiques de cette pratique : The Temporary Courthouse et The Green House.

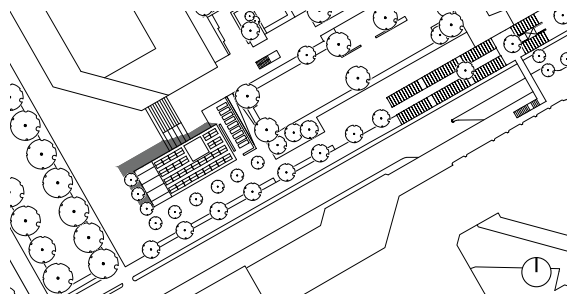
Une ferme urbaine à durée limitée

Maître d'ouvrage
R Creators (NL)

Architectes
cepezed (NL)

Ingénieurs (structure)
Coster Design (NL)

Année de réalisation
2016–2018



Situation, échelle 1:2500.

The Green House (2018), à Utrecht, est un restaurant doublé d'une ferme urbaine. Il a été conçu pour une durée de 15 ans et réalisé principalement à partir de matériaux de démolition. Passé ce délai, il est prévu que les éléments de construction soient à nouveau réutilisés, sous une forme qui n'a pas encore été définie.

En 2014, le cabinet d'architectes cepezed s'est vu confier la conception et la construction d'un bâtiment de bureaux destinés à l'administration du gouvernement. Outre cet ouvrage, les architectes devaient faire une proposition pour l'espace resté vacant entre l'ancienne caserne Knoop caserne et le siège de Rabobank, sur la Croeselaan, à Utrecht. Toutefois, dans le cadre du projet de revitalisation du centre de cette ville, cet espace prendra une forme nouvelle dans 15 ans, de sorte que la proposition, qui devait permettre de créer de l'animation, devait y intégrer la dimension temporaire de l'aménagement.

Le projet réalisé est basé sur le principe de l'économie circulaire. The Green House, avec son restaurant, sa ferme urbaine et ses salles de réunion, a ouvert ses portes en 2018. Le bâtiment est entièrement démontable – y compris les fondations, réalisées en blocs de béton préfabriqués – et pourra être remonté n'importe où ailleurs dans 15 ans. Comportant deux niveaux, il a été conçu comme un ensemble modulaire, avec une charpente métallique galvanisée. Les dimensions ont été calées sur celles des panneaux en verre fumé de l'ancienne caserne, qui ont été réutilisés pour la peau extérieure du rez-de-chaussée ainsi que pour la serre. Pour les parties de façades fermées, à l'étage, on a uti-

lisé des panneaux préfabriqués à ossature bois, sans CFC et recyclables. Pour le reste, la façade est transparente. Le sol du rez-de-chaussée est constitué de pavés provenant d'un ancien quai, posés sur un lit de sable compacté, avec un système de chauffage par le sol. La structure en acier est constituée d'un treillis tridimensionnel de forme parallélépipédique, avec diagonales de contreventement pour la reprise des efforts horizontaux. Les fondations sont réalisées en blocs et dalles de béton qui reportent les efforts des poteaux métalliques dans le sol. Pour une meilleure acoustique dans la partie restaurant, le plafond a été perforé et un isolant placé à l'arrière. La toiture, constituée de tôles légères, a été traitée de la même façon, avec perforations et isolant. La serre verticale de 80 m² fait partie intégrante du bâtiment et le restaurant apprête les légumes et les herbes aromatiques qui y poussent. Une installation photovoltaïque en toiture contribue également à l'objectif de développement durable. Enfin, l'*urban mining* a permis de trouver la majeure partie des équipements intérieurs, et le mobilier a été entièrement réalisé à partir de matériaux transformés.

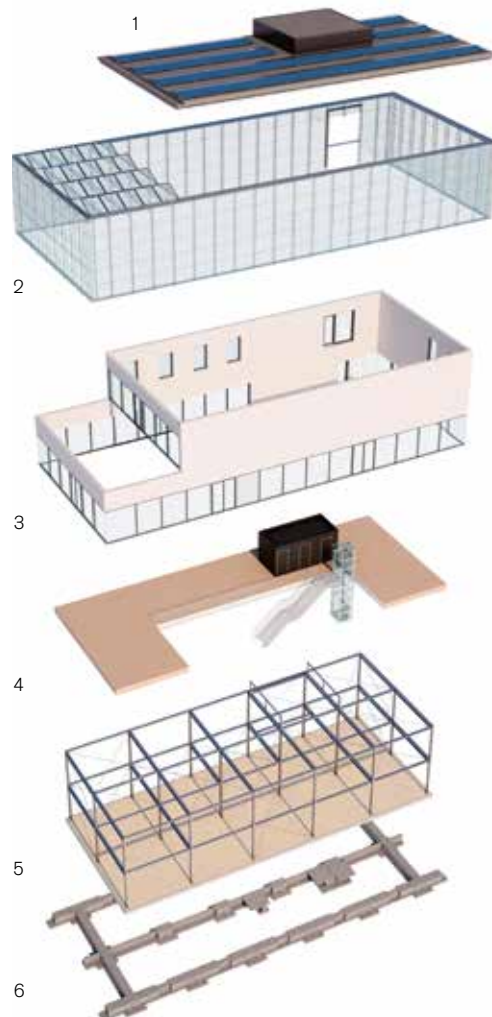
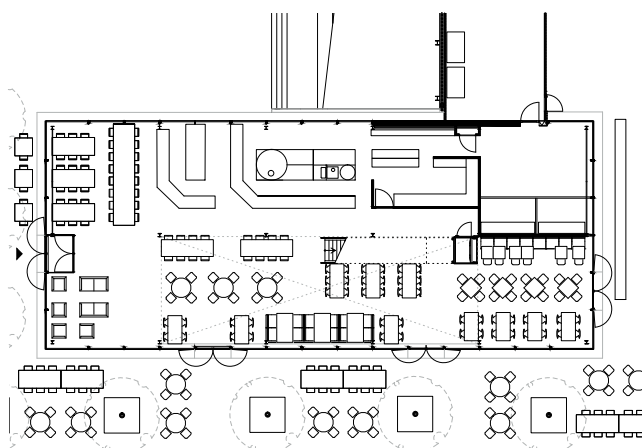
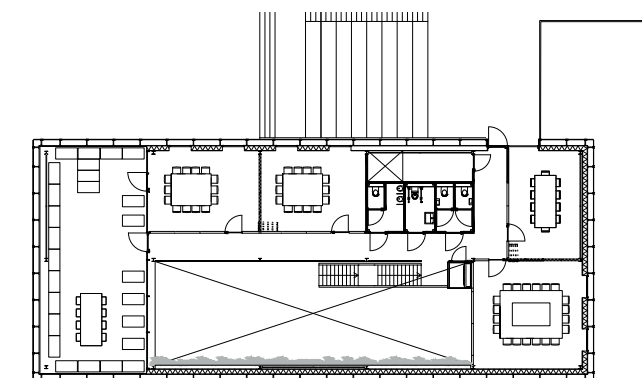
Le bilan selon les architectes

La conception d'un bâtiment démontable ne présente pas de difficulté en soi. La complication vient du déficit



En haut : The Greenhouse,
entre Rijkskantoor De Knoop
et Rabobank.

En bas : étage, échelle 1:400.
Tout en bas : rez-de-chaussée, échelle 1:400.



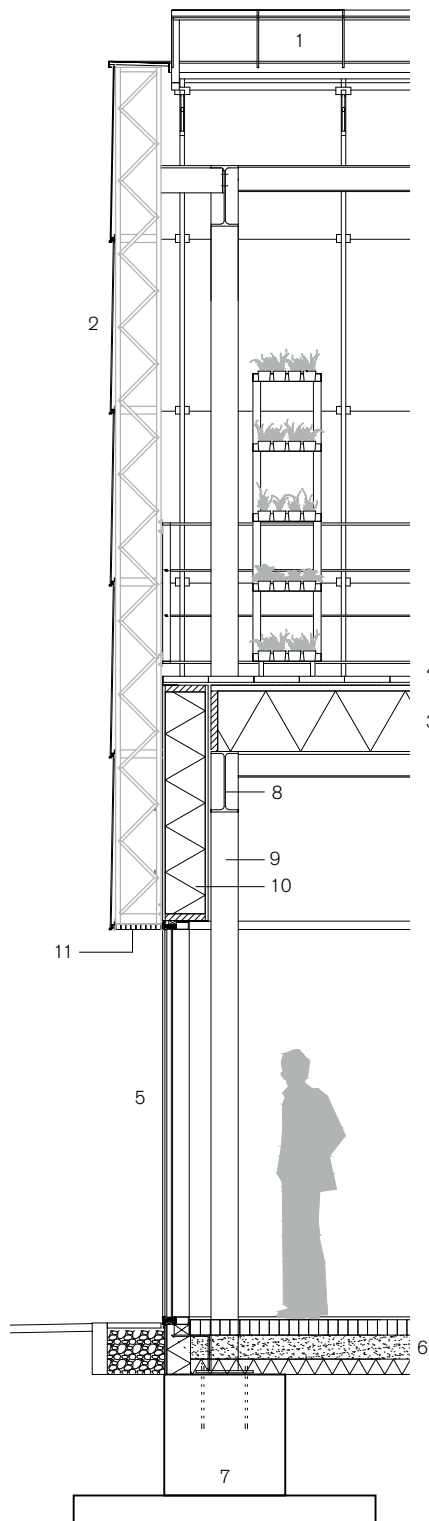
Système de construction
du bâtiment :

- 1 Les panneaux photo-voltaïques couvrent une grande partie des besoins en énergie.
- 2 Les panneaux de verre de l'ancienne caserne constituent la peau du bâtiment.
- 3 On a utilisé également des matériaux biosourcés pour les panneaux en bois des façades.
- 4 Plancher en bois biosourcé pour l'étage. Le bloc des sanitaires et l'ascenseur sont séparés.
- 5 La structure métallique est totalement réutilisable.
- 6 Le sol est constitué de pavés recyclés.
- 7 Le bâtiment repose sur des dalles en béton standard (qui peuvent être réemployées).

A droite : les légumes et les condiments servis dans le restaurant proviennent d'une serre intégrée au bâtiment.

Coupe verticale sur façade, échelle 1: 50 :

- 1 Toiture de serre réutilisée, avec lanterneaux, fixée sur poutres à treillis galvanisées
- 2 Panneaux en verre fumé réutilisables, provenant de l'ancienne caserne, fixés sur poutres à treillis galvanisées
- 3 Plancher préfabriqué en bois (dans la partie chauffée s'y ajoute un chauffage par le sol – plancher chauffant sec)
- 4 Dalles de trottoir réutilisables (dans la serre)
- 5 Façade-rideau, sans PUR ni joints d'étanchéité
- 6 Pavés recyclés posés sur sable, avec chauffage / rafraîchissement par le sol, isolant rigide
- 7 Fondation en dalles et blocs empilables réutilisés
- 8 Poutre IPE 400 galvanisé
- 9 Poteau HEA 180 galvanisé
- 10 Façade : panneaux recyclés en verre fumé ; poutres-treillis galvanisées 1510 mm ; membrane d'étanchéité perméable à la vapeur RAL9006, éléments préfabriqués et isolés en bois
- 11 Caillebotis galvanisé 33,3 x 33,3 mm



de matériaux de récupération. On manque encore d'une économie circulaire des matériaux de construction efficace. La structure du bâtiment, dans le cas présent les portiques métalliques, présente un important potentiel de réemploi. Il n'en est pas de même des éléments de façade, notamment en raison des innovations techniques à venir et de l'évolution de la réglementation. Le réemploi est systématiquement plus cher, car il demande davantage de travail. Economiquement, il semble donc plus judicieux d'utiliser des produits neufs provenant d'un processus de production optimisé.

Projet The Green House

Lieu Utrecht (NL)

Maître d'ouvrage R Creators, consortium constitué de : Ballast Nedam N.V., Nieuwegein (NL) ; Strukton, Utrecht (NL) ; Facicom Group, Schiedam (NL)

Architectes cepezed, Delft (NL)

Ingénieurs Pieters Bouwtechniek B.V., Delft (NL)

Physique du bâtiment et protection incendie DGMR, La Haye (NL)

CVC Strukton Worksphere, Maarssen (NL)

Exploitant Albron B.V., De Meern (NL) ;

Architectes d'intérieur Coster Design Service, Arnhem (NL)

Construction métallique Kampstaal – GB Steel Group, Emmeloord (NL)

Principe de construction Ossature en acier galvanisé sur fondation en éléments préfabriqués en béton

Système porteur Poteaux, poutres, éléments préfabriqués en béton

SBP 680 m²

Surface utile 770 m²

Dimensions 30 x 12 x 7,7 m

Volume 3691 m³

Usage Restaurant et salles de réunion

Coût total EUR 941 919

Durée des travaux 5 mois

Achèvement Mars 2018

Performance énergétique / développement durable Bilan carbone neutre, indice d'économie circulaire : 78 %

Tribunal temporaire, bâtiment transportable

Maître d'ouvrage

RVB (Central Government Real Estate Agency) (NL)

Architectes

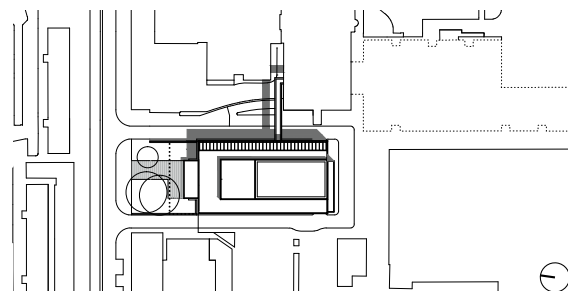
cepezed (NL)

Ingénieurs

IMd Raadgevende Ingenieurs (NL)

Année de réalisation

2016



Situation, échelle 1:3000.

Le bureau d'architectes cepezed a réalisé le Temporary Courthouse en 2016, un bâtiment provisoire en attendant la construction du nouveau tribunal. Constitué de matériaux et éléments de construction neufs combinés de manière à pouvoir être entièrement démontés et réutilisés, le bâtiment pourra facilement, à terme, être remonté ailleurs. Ainsi, c'est plus le site que le bâtiment en lui-même qui est provisoire. Le Temporary Courthouse a valu aux architectes d'obtenir en 2017 le Amsterdam Architecture Prize.

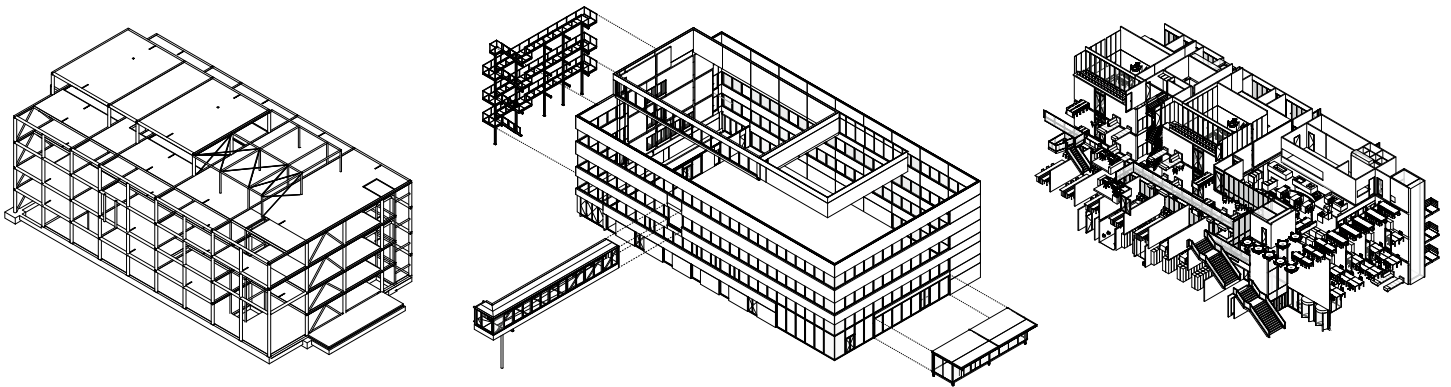
Le tribunal provisoire d'Amsterdam est un bâtiment neuf qui, pendant les cinq ans où s'opéreront les travaux de démolition de l'ancien tribunal et la construction du nouveau, va servir de solution transitoire pour la justice du district d'Amsterdam. Le bâtiment provisoire G occupe une surface de plancher d'environ 5400 m² sur le Parnassusweg. Il vient compléter les tours E et F existantes, et forme l'accès à l'ensemble du site.

Le projet du Temporary Court House était assujéti à l'obligation d'éviter les déchets lors des travaux. La forte croissance de la population de la capitale depuis

plusieurs années entraîne en effet non seulement une densification de la construction, une augmentation du trafic, un manque de places de stationnement, mais aussi des problèmes d'élimination des déchets. Le marché prévoyait par ailleurs expressément que le bâtiment devait pouvoir être réutilisé pour d'autres fonctions, de sorte que la structure devait pouvoir être remontée sur un autre site. Le caractère provisoire du bâtiment ne devait pas pour autant avoir une incidence négative sur la qualité, la fonctionnalité, l'acoustique, le confort ou la sécurité. La valeur résiduelle des composants serait donc maximale. Les aspects intérieur



Le Temporary Courthouse a été conçu et construit de manière à pouvoir être entièrement démonté et réutilisé pour un autre usage intermédiaire.



Le bâtiment est constitué d'une charpente métallique générique (à gauche), pouvant s'adapter à d'autres besoins, d'une peau en éléments préfabriqués, démontables (au centre) et du second-œuvre (à droite), individualisé, et qui peut être remplacé.

comme extérieur étaient eux aussi soumis aux mêmes exigences que s'il s'était agi d'un bâtiment permanent. Pour maximiser la flexibilité et intégrer la notion d'économie circulaire à la conception du bâtiment, celui-ci a été construit comme un ensemble modulaire, un « jeu de construction » facile à monter et démonter. Il est constitué d'une charpente, pouvant être adaptée au besoin, et d'une peau extérieure en éléments préfabriqués et démontables. Un système spécial a été développé pour les planchers alvéolaires, et les articulations de la charpente métallique ont été conçues pour faciliter le démontage et le réemploi. Tous les assemblages ont été conçus pour pouvoir être démontés et les combinaisons de matériaux ont été mises en œuvre en séparant les couches de telle sorte qu'elles soient accessibles et puissent être remplacées individuellement, en fonction de leur durée de vie respective. Les pieux de fondation de la partie existante ont dû faire l'objet d'une attention particulière et être complétés par de nouveaux pieux. Avec une portée de 10,8 m et une charge d'exploitation retenue de 3,5 kN/m², les planchers sont parfaitement réutilisables pour des usages ultérieurs différents. Les dalles alvéolées, une solution économiquement avantageuse, ont été logées dans la faible hauteur des poutres métalliques. Elles simplifient le passage des canalisations, y compris pour les usages ultérieurs. La liaison entre dalles et poutres a été réalisée au moyen d'un système d'an-

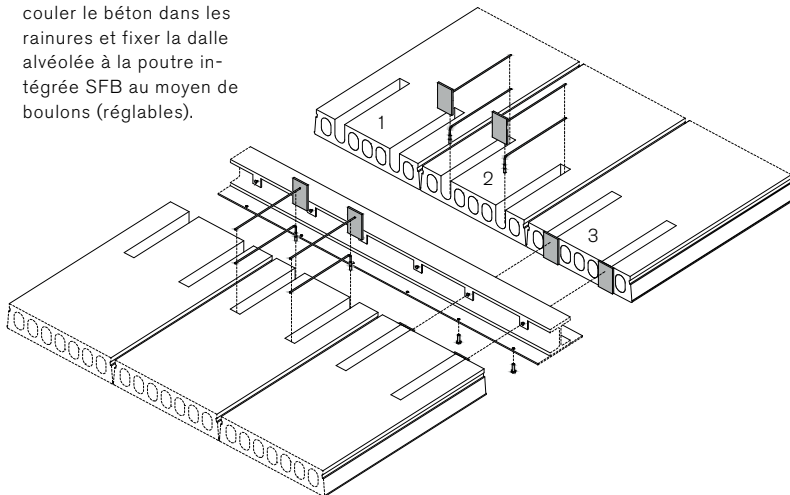
crages côté dalle et de boulons côté poutre (figure en bas à gauche). L'ensemble de la charpente a été revêtu d'une peinture intumescente et présente une résistance au feu de 60 minutes. A chacun des niveaux et pour l'ensemble de la structure, le projet a tenu compte de manière systématique des impératifs de réduction, réemploi et recyclage : *reduce, reuse, recycle*.

Le bilan selon les architectes

Recourir à des ressources renouvelables, réunir les conditions pour leur assurer une durée de vie maximale, limiter le plus possible les effets sur l'environnement : ce sont là de précieuses lignes de conduite qui se dégagent de ce mode de construction. Idéalement, on doit, dès la conception et la construction, penser au prochain cycle de vie des parties de bâtiments. Des règles concernant le démontage – qui devrait idéalement être obligatoire –, favoriseraient une économie circulaire de la construction. Des services d'information permettraient de trouver plus facilement des matériaux de construction ayant déjà été employés, qui seraient ainsi disponibles pour de nouvelles réalisations.

Déroulement des opérations concernant l'installation des dalles alvéolées :

- 1 rainurer la dalle alvéolée,
- 2 installer les ancrages,
- 3 couler le béton dans les rainures et fixer la dalle alvéolée à la poutre intégrée SFB au moyen de boulons (réglables).



Projet Rechtbank Amsterdam

Lieu Amsterdam (NL)

Maître d'ouvrage Rijksvastgoedbedrijf, La Haye (NL)

Architectes d'intérieur cepezedinterior, Delft (NL)

Ingénieurs IMd Raadgevende Ingenieurs, Rotterdam (NL)

Entreprise de construction métallique Dijkstraal B.V., Maassluis (NL)

CVC Linssen B.V., Amsterdam (NL)

Etude de la protection incendie LBP|SIGHT, Nieuwegein (NL)

Autres intervenants cepezedprojects, Delft (NL);
Du Prie bouw & ontwikkeling B.V., Leiden (NL)

Principe de construction Construction métallique

Préfabrication et montage Préfabrication et montage à sec

Nuance d'acier S355

Tonnage 300 t

Système porteur Construction à ossature métallique

SBP 5662 m²

Dimensions Poteaux 300 × 300 × 6 mm, poutres

HEM 240 / HEB 260

Volume 23 462 m³

Usage Tribunal provisoire

Coût total EUR 10 208 605

Durée des travaux 48 semaines

Achèvement 25 septembre 2016

Protection incendie / protection anticorrosion

Peinture intumescente

Développement durable Construction circulaire, bâtiment intégralement revalorisable

Impressum

steeldoc 02/19, juin 2019
Réemploi de l'acier

Editeur :
SZS Centre suisse de la construction métallique, Zurich
Patric Fischli-Boson, Isabel Gutzwiller

Rédaction et textes :
espazium – Les éditions pour la culture du bâti, Zurich
Direction de projet : Franziska Quandt, Philippe Morel,
Judith Solt
Isabel Gutzwiller, Patric Fischli Boson, pp. 4–13
Texte original : Evelyn C. Frisch, Martina Helzel ;
révision : Franziska Quandt, pp. 14–15
Franziska Quandt und
Clementine Hegner-van Rooden, pp. 16–18
Isabel Gutzwiller und
Clementine Hegner-van Rooden, pp. 19–23
Franziska Quandt, pp. 24–25
Cornelia Froidevaux, pp. 26–30
Secrétaire de rédaction : Philippe Morel

Traduction allemand–français :
Chantal Pradines, Michel Crisinel

Textes basés sur les informations des concepteurs.
Les informations et les plans ont été fournis par
les bureaux d'études.

Mise en page :
espazium – Les éditions pour la culture du bâti, Zurich
Katrin Köller, Valérie Bovay, Anna-Lena Walther

Photos :
En couverture : cepezed / Lucas van der Wee
Editorial : Tierwelt, n° 14, 4 avril 2008
p. 4 : keystone
p. 5 : World Steel Association
p. 6 : Filip Dujardin, Marcus Schwier
p. 7 : keystone, V&A, Marcus Schwier
p. 8 : Karola van Rooyen / Superuse Studios

p. 9 : Arup Associates
p. 11 : baubüro in situ
p. 12 : Schneider Studer Primas Architekten,
Keystone / Andrea Helbling
p. 14 : ÖNB / Hilscher, Wolfgang Thaler
p. 15 : Stummvoll, Josef / ÖNB-Bildarchiv / picturedesk.com
p. 16 : Heinrich Helfenstein, Zürich
pp. 17–18 : Katalin Deér / Flury + Furrer Architekten
pp. 19–23 : baubüro in situ
p. 24 : Monteyne Architecture Works Inc.
pp. 27–28 : cepezed / Lucas van der Wee
p. 29 : Léon van Woerkom

Conception graphique :
Gabriele Fackler, Reflexivity SA, Zurich

Impression :
Stämpfli SA, Berne

ISSN 1662-2367

Abonnement annuel CHF 60.– / étranger CHF 90.–
Numéros isolés CHF 18.– / numéros doubles CHF 30.–
Sous réserve de changement de prix.
A commander sur www.szs.ch/steeldoc

Construire en acier/steeldoc® est la documentation d'architecture du Centre suisse de la construction métallique et paraît quatre fois par an en allemand et en français. Les membres du SZS reçoivent l'abonnement ainsi que les renseignements techniques du SZS gratuitement.

Toute publication des ouvrages implique l'accord des architectes, le droit d'auteur des photos est réservé aux photographes. La reproduction et la traduction, même partielles, de cette édition ne sont possibles qu'avec l'autorisation écrite de l'éditeur et l'indication de la source.

**Abonnement annuel à steeldoc pour CHF 60.–
(gratuit pour les étudiants) sur www.szs.ch/steeldoc**