

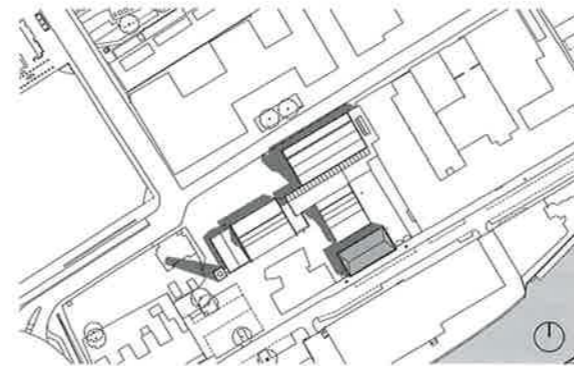
La circularité pour objectif

Maitre de l'ouvrage
cepezeprojects

Ingénieurs (structure)
IMd Raadgevende Ingenieurs

Architectes
architectenbureau cepezed

Achèvement
2019



Situation, échelle 1:3000.

La ville de Delft, aux Pays-Bas, compte depuis décembre 2019 un bâtiment qui peut être entièrement démonté et réutilisé. Conçu par les architectes du cabinet cepezed, avec le bureau d'études IMd Raadgevende Ingenieurs, il a été pensé dans sa totalité dans le but d'améliorer l'efficacité des matières premières.

Maintenir les matériaux de construction aussi longtemps que possible dans le circuit économique, utiliser de manière efficace les produits obtenus à partir de ces matériaux, et ce à plusieurs reprises, et, finalement, économiser ainsi des matières premières : le réemploi en cascade des matériaux de construction contribue indéniablement à une utilisation durable de ceux-ci. Idéalement, aujourd'hui, dès le stade du projet, les architectes considèrent les composants de construction en pensant au cycle de vie suivant. Dans le meilleur des cas, ils élaborent des projets exemplaires en termes d'économie circulaire, pouvant servir de modèles pour de futurs bâtiments qui préserveront les ressources et seront aptes au réemploi ou au recyclage.

Les architectes du cabinet néerlandais cepezed ont de l'expérience en la matière. Leur «Temporary Courthouse» à Amsterdam en 2016 ainsi que leur «Green House» à Utrecht en 2018 (voir «Construire, déconstruire, reconstruire – deux exemples aux Pays-Bas», steeldoc 02/19 pp. 26-30) constituent deux projets de référence en phase avec cette approche. Ils

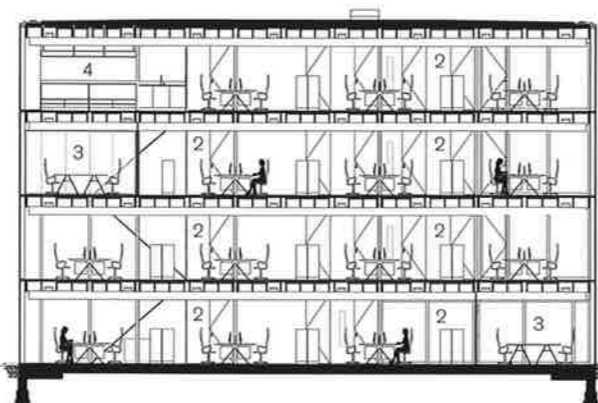
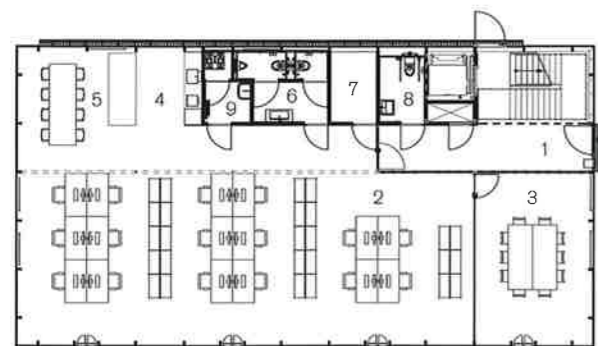
satisfont aux objectifs du programme «Nederland Circulaire», le programme national des Pays-Bas qui vise à établir d'ici 2050 une économie basée en totalité sur des matières premières réutilisables.

Les propres bureaux de l'agence, au centre de Delft, démontrent de manière exemplaire comment il est possible de réhabiliter des bâtiments existants, de leur donner un nouvel usage, de les compléter et de les agrandir. Car le maintien de l'existant est en soi le mode de construction qui préserve au mieux les ressources. En 2014, moyennant des interventions ciblées, les architectes ont transformé en un ensemble de bureaux toute une série de bâtiments du début du XX^e siècle, protégés au titre des Monuments historiques et qui avaient été construits à l'origine comme laboratoires pour le département Construction mécanique et génie maritime de l'Université technique de Delft. L'agence utilise elle-même une partie de ces bureaux (voir steeldoc 01/16, pp. 18-23).

Le grand bâtiment dans lequel est aujourd'hui installé le bureau paysager des architectes a été

Ci-dessous : Plan du rez-de-chaussée et coupe, échelle 1:300.

- 1 Entrée
- 2 Bureau
- 3 Salle de réunion
- 4 Cuisine
- 5 Espace de détente
- 6 Toilettes
- 7 Réserves
- 8 WC handicapés
- 9 Locaux annexes



doté, au moment du réaménagement, d'une extension qui fonctionne comme élément de liaison entre les bâtiments existants. Il s'agit d'un parallélépipède moderne en verre, inondé de lumière, avec une fine structure porteuse en acier. Les architectes, avec la même équipe d'ingénieurs qu'à l'origine, ont décliné ce contraste entre les bâtiments anciens et le «cristal» de verre qui les relie dans un concept de construction circulaire encore plus élaboré.

Le mariage du bois et de l'acier

Le seul bâtiment du site sans valeur historique était en mauvais état. Les architectes l'ont remplacé par un bâtiment de bureaux, le «Building d(emountable)», qui a la particularité d'être démontable pour être ensuite réutilisé. Les différents matériaux de construction utilisés sont mis en œuvre en couches séparables, totalement accessibles, remplaçables individuellement en fonction de leurs durées de vie respectives.

Afin que le bâtiment réponde au maximum aux critères de l'économie circulaire, la structure porteuse a été conçue spécifiquement pour garantir un usage flexible dans la durée et permettre son démontage et remontage quel que soit le lieu. De ce fait, le principe de la structure est simple : il s'agit

d'une ossature mixte bois-acier sur quatre niveaux, délimitant un volume de 12,5 m de haut, sur un plan rectangulaire de 11 m x 21,5 m.

L'association de l'acier et du bois est la réponse logique à la recherche d'une structure parfaitement performante et répondant à ces exigences. Par principe, les constructions à ossature ont une capacité de réemploi élevée, les espaces entre les éléments porteurs pouvant être librement aménagés. Si, le plus souvent, la trame est régulière, l'acier permet néanmoins de grandes portées, ce qui dégage des espaces généreux, réduit le nombre de poteaux nécessaires et minimise la consommation de matière. Dans le cas présent, le recours à des planchers en bois renforce également le caractère léger de la construction, avec ce que cela implique de préservation des ressources, de réduction des impacts sur l'environnement et de simplification patente du montage et du démontage de la construction.

Dans le sens transversal du bâtiment, les planchers en bois portent entre les poteaux métalliques des façades des longs pans et les poteaux métalliques situés dans l'axe du bâtiment (voir illustration p. 10 en haut à droite). Les nervures en bois du système de

La façade est principalement transparente. Des bandeaux qui s'élèvent sur toute la hauteur du bâtiment, avec des ventelles verticales, assurent la ventilation naturelle : l'air neuf est aspiré en façade nord, plus fraîche, afin d'assurer que la température intérieure en été reste toujours inférieure à la température extérieure.



En haut de la page: Éléments de plancher préfabriqués.

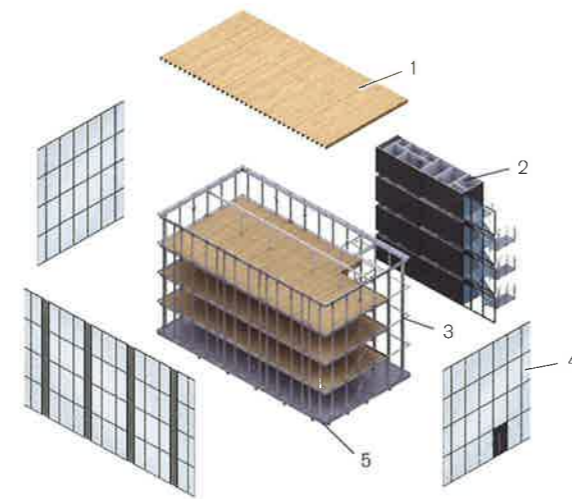
En haut à droite:

- 1 Plancher constitué d'éléments préfabriqués en lamibois, largeur 180 cm (240 cm en rive)
- 2 Noyau des circulations verticales (sans fonction de contreventement)
- 3 Construction métallique préfabriquée
- 4 Façade-rideau, vissée sur l'ossature métallique
- 5 Fondation constituée d'une dalle en béton coulée en place et reposant sur des pieux

Ci-dessus: Panneaux de verre de hauteur d'étage de la façade-rideau.

plancher sont apparentes, les réseaux ont été installés entre celles-ci, et laissés également apparents. Ceci confère aux espaces intérieurs l'esthétique naturelle et chaleureuse recherchée, caractéristique de la combinaison d'un bois résineux clair et de l'acier peint en blanc. Les planchers en bois se comportant comme des voiles, le nombre de contreventements est limité: des croix de Saint-André sur les deux pignons et sur la façade arrière. Le noyau qui s'étend le long d'une des façades n'y participe pas.

Les poteaux à l'intérieur du bâtiment (RRW 160 x 80) sont disposés tous les 5 m et supportent une poutre continue en profil creux 300 x 100. De même nature que les poteaux intérieurs, les poteaux en façade sont nettement plus resserrés, avec un espacement maximal de 1,80 m pour les pignons et la façade arrière, et de 0,9 m, 1,35 m et 1,8 m pour la façade



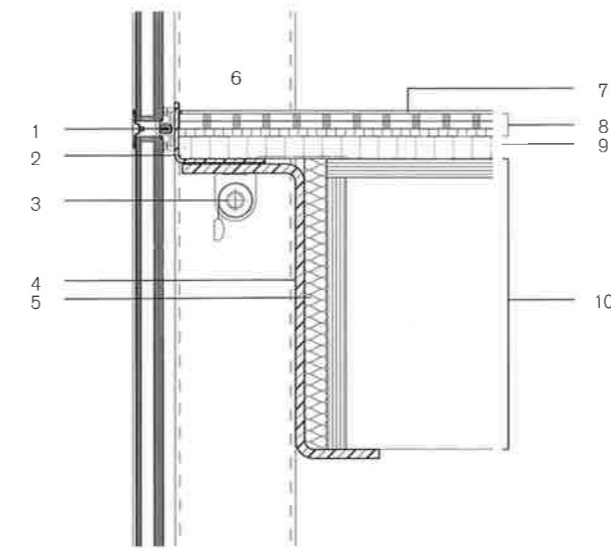
avant. Ceci réduit les charges transmises au sol de fondation: au lieu de charges ponctuelles élevées, les fondations ont à reprendre plutôt une charge linéaire uniformément répartie, préférable dans un sol moyennement porteur comme ici. Des éléments porteurs implantés de manière réfléchie réduisent ainsi la consommation de matière. Les pieux de fondation existants, en bois, n'ont toutefois pas pu être réutilisés: en partie pourris, ils présentaient une capacité portante résiduelle insuffisante. Contrairement à ce que prévoyaient des phases antérieures du projet, de nouveaux pieux ont donc été foncés entre les fondations existantes, en limitant les vibrations.

Ce système porteur, conçu pour une durée de vie de 50 ans, a permis de créer de vastes surfaces de bureaux, utilisables de manière flexible et en mesure de s'adapter à l'avenir à des usages différents.

Réversibilité intégrale

Le bâtiment modulaire est constitué d'un certain nombre de produits existants, assemblés sur mesure, mais de manière systématique. La réalisation, à partir d'éléments préfabriqués montés à sec, a duré moins de six mois. Quatre semaines seulement ont suffi pour ériger le gros œuvre, prévu pour être démonté tout aussi rapidement. La structure porteuse est donc assemblée au moyen de boulons. Les poteaux – qui font toute la hauteur du bâtiment – sont assemblés aux poutres en profils creux au moyen de chevilles à expansion, tandis que les éléments de planchers en bois sont fixés aux poutres de rive au moyen de boulons à tête fraisée.

Conçu pour être réversible, le bâtiment est néanmoins également pensé pour rester durablement opérationnel sur son site actuel. Il intègre en conséquence une protection incendie. La surface



totale du bâtiment étant inférieure à 1000 m², la structure porteuse au-dessus du rez-de-chaussée n'est pas tenue de satisfaire à des exigences particulières vis-à-vis du risque d'effondrement en cas d'incendie. Par conséquent, seuls les profils métalliques du rez-de-chaussée ont reçu une protection par peinture intumescente qui assure une résistance au feu de 60 minutes. Les ouvrages en bois ne sont pas intégrés au concept de protection incendie. Toutefois, le plancher haut du rez-de-chaussée ayant un rôle de contreventement, les poteaux sont reliés dans ce plan par des feuillards métalliques disposés en croix afin d'assurer la rigidité de l'ossature en cas de ruine du plancher bois. On observera néanmoins que le bois offre une protection naturelle en cas d'incendie: le bois carbonisé n'a plus de fonction statique, mais il a un rôle isolant en raison de sa faible conductivité et il protège la partie intacte du bois, qui reste froide et continue à assurer la portance. En réalité, même après un incendie, en particulier lorsque le dimensionnement a été prévu en conséquence, il reste suffisamment de bois intact pour reprendre les efforts. Pour ce qui est de la façade arrière du nouveau bâtiment, elle a été conçue comme coupe-feu de manière à protéger les bâtiments historiques contigus.

Les éléments non porteurs du bâtiment ont eux aussi été intégrés au système de construction élaboré pour permettre une utilisation circulaire. Les panneaux de verre de la façade-rideau sont par exemple directement vissés sur les fins poteaux des façades au moyen de pattes métalliques. Ainsi, le double vitrage de contrôle solaire, de type VEC, est lui aussi facilement démontable.

La simplicité comme principe de base

Une nouvelle fois, les architectes de cepezed ont réalisé un projet qui répond avec sensibilité à l'existant



En haut à gauche: Détail de la façade, échelle 1:10.

- 1 Double vitrage de contrôle solaire
- 2 Profilé métallique plié, ajustable
- 3 Store vénitien
- 4 Poutre: plat acier plié
- 5 Laine de roche
- 6 Poteau de façade RRW 160 x 80
- 7 Revêtement de sol PVC
- 8 Panneau composite: panneau de fibres et plaque de plâtre cartonée, 30 mm
- 9 Carton alvéolaire rempli de gravier, 30 mm
- 10 Élément de plancher préfabriqué en lamibois

En haut à droite: Les éléments de plancher préfabriqués, de 180 cm de largeur, ont été installés en réservant entre eux un espace pour le passage des poteaux intérieurs et l'intégration des luminaires. Les éléments sont fixés les uns aux autres depuis le dessus au moyen de plaques de liaison. Les appareils de ventilation, qui sont aussi utilisés pour le chauffage, sont également intégrés dans les éléments de plancher. Le bâtiment est équipé en outre d'un échangeur de chaleur.

Projet Building d(emountable)

Usage Bureaux

Lieu Utrecht (NL)

Maître de l'ouvrage cepezedprojects

Architectes architectenbureau cepezed, Delft

Ingénieurs structure IMd Raadgevende Ingenieurs, Rotterdam

Construction métallique Voorrman Steel Construction, Rijssen

Second œuvre cepezedinterieur, Delft

Ingénieurs CVC, physique du bâtiment, électricité, acoustique, développement durable et protection incendie Nelissen ingenieursbureau, Eindhoven

CVC Kuijpers Utiliteit Midden-Noord B.V., De Meern

Façades iFS Building Systems, Waddinxveen;

Erdo, Capelle aan den IJssel

Principe de construction Construction à ossature;

construction mixte acier-bois

Nuances d'acier S275 (profils creux)

S355 (poutres intégrées + autres)

Tonnage 41,5 t

Système porteur Système mixte acier-bois

Surface brute 968 m²

Surface de la parcelle 242 m²

Dimensions 11 m x 21,5 m x 12,8 m

Volume 3027 m³

Coût total 1 250 000 EUR

Protection incendie et protection anticorrosion Peinture

intumescente en façade arrière et pour l'ensemble de l'ossature

métallique sous le premier étage

Durée des travaux Mai - décembre 2019