



Tracés
8036 Zürich
044/ 380 21 55
<https://www.espazium.ch/traces/>

Genre de média: Imprimé
Type de média: Médias professionnels
Tirage: 4'419
Parution: irrégulier

Page: 33,34,35,36
Surface: 56'550 mm²

Ordre: 1073023
N° de thème: 375009
Référence:
a49e1c73-36b8-413b-8361-36bd349f2a31
Coupage Page: 1/7

Polynorm: valoriser matériaux, composants et savoir-faire constructif

Nicolas Grandjean, André Jeker, Reto Mosimann, Séréna Vanbutsele, Agnès Collaud

Le projet Polynorm, recherche appliquée menée par l'institut TRANSFORM à la HEIA-FR et initialement centrée sur le réemploi d'une structure métallique, s'est rapidement porté sur des enjeux patrimoniaux. Le système ingénieux étudié montre qu'une conception réfléchie permet d'économiser des matériaux - une leçon précieuse pour l'architecture contemporaine.

DURABILITÉ SOPHISTIQUE Ce n'est pas tant le matériau qui fait la durabilité que la qualité de sa conception, de sa forme et de sa mise en œuvre. C'est ce que démontre le projet Polynorm en démontant et analysant une halle industrielle issue d'un système constructif des années 1950. Un système d'un haut niveau de conception et d'ingénierie, qui permet une économie significative de matière, facilite le transport, simplifie la mise en œuvre et réduit l'empreinte carbone de l'ouvrage. Ici, la durabilité ne repose donc pas sur l'usage de matériaux vertueux, mais au contraire sur une construction en acier, caractérisée par un niveau élevé d'ingénierie, utilisant un matériau industriel fortement transformé et produit en grande série.

La rubrique Tout se transforme est issue du partenariat entre la revue TRACÉS, l'institut de recherche TRANSFORM et la filière d'architecture de la Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg (HEIA-FR) de la Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO).
Comité éditorial: Séréna Vanbutsele, Marco Svimmersky, Isabel Concheiro, Valérie Ortlieb, Marc Frochaux et Camille Claessens-Vallet La halle Polynorm de Fribourg est la protagoniste principale de ce travail de

recherche appliquée mené au sein de l'institut TRANSFORM. En 2022, l'équipe de recherche ambitionnait d'identifier des opportunités et freins liés au réemploi - appliqué à un bâtiment dans son ensemble, avec sa structure porteuse¹.

La halle Polynorm - ancien entrepôt de la société Cafag, situé sur le plateau de Pérolles - présente quelques caractéristiques générales récurrentes des structures métalliques: premièrement, il s'agit d'une construction entièrement assemblée à sec; deuxièmement, elle se trouvait dans un ancien quartier industriel du centre-ville de Fribourg soumis à une forte pression urbanistique; enfin, la halle Polynorm, avec sa structure emblématique entièrement en tôle pliée, offrait un grand potentiel pour en faire un projet pilote de réemploi.

En 2022, juste avant la démolition des bâtiments (Polynorm n'était qu'un des bâtiments à devoir être démolis) sur le site de Cafag, les travaux préparatoires à un démontage analytique pour le projet de réemploi ont pu commencer. Il était nécessaire d'effectuer un relevé soigné de l'ensemble de la structure et de documenter les détails de la construction en vue d'un remontage futur - chaque pièce a été numérotée et inventoriée. Les travaux de démontage ont été organisés en deux

lots majeurs. La façade a été démontée par les soins de l'association La Ressourcerie et la structure a été démantelée par l'entreprise de charpente métallique Morand. Pour le désamiantage de la couverture et la démolition du radier, des entreprises spécialisées ont été mandatées.

Démontage analytique Le démontage a permis de mettre au jour un système constructif extrêmement bien pensé depuis sa conception générale jusqu'au détail et à la mise en œuvre. L'analyse du démontage s'est déroulée en plusieurs volets:

- Avant le démontage, le relevé géométrique de la structure encore sur pied a été complété par la numérotation systématique des pièces constructives. Ces informations, indispensables pour la planification des travaux de démontage, de transport et de remontage, ont déjà révélé le caractère intégral de Polynorm comme système modulaire.
- Après le démontage des revêtements intérieurs, la structure était entièrement accessible et le démontage de la façade a pu débuter. Les lamelles de 15 cm de large et jusqu'à 680 cm de haut - accrochées une par une en haut et emboîtées les unes aux autres pour constituer la



Tracés
8036 Zürich
044/ 380 21 55
<https://www.espazium.ch/traces/>

Genre de média: Imprimé
Type de média: Médias professionnels
Tirage: 4'419
Parution: irrégulier

Page: 33,34,35,36
Surface: 56'550 mm²

Ordre: 1073023
N° de thème: 375009
Référence:
a49e1c73-36b8-413b-8361-36bd349f2a31
Coupage Page: 2/7

façade résistant aux intempéries et aux changements de température - se sont révélées particulièrement faciles à démonter, empiler et stocker. Seules deux personnes ont été nécessaires pour démonter les 820 m2 de façade sans moyens particuliers, et ceci, dans la moitié du temps prévu.

- Après l'évacuation de la couverture amiantée, seul le squelette de la structure Polynorm est resté debout: les sept cadres caractéristiques, avec les membrures creuses en tôle pliée et leur triangulation. Ils sont liés par une série de fines pannes et traverses aux deux structures de contreventement situées du côté des deux pignons. Ces éléments de liaison horizontaux en tôle pliée et systématiquement perforée font en même temps partie de la structure primaire et de la sous-structure pour la fixation des fines lamelles du revêtement de façade.

- Après le démontage de l'ensemble de la halle Polynorm, la réalisation d'un mockup, constitué de pièces détachées originelles, a permis de mieux comprendre l'ingéniosité des détails dans les années 1950. Suite à ces constatations, un maximum de pièces démontées a été mis de côté pour un futur projet de remontage. En parallèle du démontage, l'analyse des plans d'archives et des patentes européennes - déposés en 1953 par la firme hollandaise NV Polynorm, sous la houlette de l'ingénieur mécanicien Alexander Horowitz - a aidé à mieux comprendre l'entièreté de ce système et les enjeux de la production industrielle aux Pays-Bas dans l'après-guerre2.

Le système modulaire Polynorm surprend non seulement par son expression filigrane et son économie de matériaux, mais également par les méthodes de production industrielle pour la tôle d'acier fine transformée à froid. Parmi le grand nombre de caractéristiques exceptionnelles du système Polynorm, c'est probablement la posture pragmatique et ingénieuse

pour optimiser toutes les étapes de travail qui surprend le plus : de la production jusqu'au montage manuel sans machine lourde, en passant par le transport peu encombrant grâce à l'imbrication des demi-profilés.

L'analyse structurelle par modélisation avancée des assemblages a indiqué les endroits critiques de la structure. Par la suite, le désassemblage de deux éléments structurels creux a dévoilé des renforts originaux prévus aux endroits de grandes sollicitations structurelles.

L'utilisation de tôles fines, la technique de pliage et les renforts à des endroits précis ont mené à une structure à la fois rigide et extrêmement légère. Une halle comparable avec une construction standard actuellement pèserait environ cinq fois plus.

Pour le remontage de la halle, il va falloir démontrer que la structure peut encore répondre aux exigences normatives contemporaines.

Le système bien pensé et pragmatique de Polynorm fait preuve d'une relativement grande adaptabilité à des besoins et conditions spécifiques.

L'insertion de renforts localisés entre les demi-coques, découverts dans les poutres triangulées, ou la simple réduction des entraxes structurels (6.40 m standard du système et 4.27 m pour la halle de Fribourg) en sont la preuve.

Le démontage analytique, combiné aux investigations historiques, a non seulement permis de documenter cette œuvre exceptionnelle et de préparer son remontage, mais il a également été l'occasion d'apprendre à remettre en question les réflexes de choix constructifs contemporains.

Reprogrammation Plusieurs stratégies ont été développées afin de trouver un site ainsi qu'un maître d'ouvrage intéressé et capable de remonter, puis de réutiliser la halle Polynorm. Un inventaire cartographique de sites potentiels en transformation à Fribourg

et une diffusion dans des réseaux sociaux et professionnels ont constitué les premières tentatives pour trouver une opportunité pour le remontage.

Cela a été suivi par l'intégration de la halle dans des projets d'enseignement et des contacts bilatéraux avec diverses parties intéressées. Et finalement, une procédure d'ateliers collaboratifs a été mise en place rassemblant chercheur·euses et maîtres d'ouvrage potentiels.

Si une quinzaine d'options ont été identifiées et étudiées, aujourd'hui aucune n'est encore fermement confirmée. Une majorité d'entre elles se sont avérées infaisables dès les vérifications de base telles que les dimensions, l'accès à la propriété du lieu ou encore l'affectation prévue impliquant d'importantes modifications sur la halle elle-même, ou des contraintes de réglementations urbanistiques. Pendant la procédure d'atelier, sept projets ont été analysés selon quatre critères:

- La situation prenait en compte la distance entre le site envisagé pour le remontage du projet et le lieu actuel de stockage de la halle Polynorm. Elle considérait également le type de zone défini par le Plan d'affectation des zones (PAZ), l'identité du propriétaire de la parcelle concernée, ainsi que le degré d'accessibilité publique du projet imaginé.

- Le programme reposait sur une évaluation des besoins fonctionnels, afin de garantir un bon taux d'utilisation et de s'assurer que la reconstruction de la halle Polynorm, motivée par des considérations écologiques, se substitue réellement à une nouvelle construction. L'analyse a également porté sur le caractère public ou privé de l'accès à la halle.

- La matérialité tenait compte des contraintes structurelles imposées par la nouvelle enveloppe du bâtiment, ainsi que du type de façade et de toiture envisagé. Plus la géométrie d'origine était respectée - permettant



Tracés
8036 Zürich
044/ 380 21 55
<https://www.espazium.ch/traces/>

Genre de média: Imprimé
Type de média: Médias professionnels
Tirage: 4'419
Parution: irrégulier

Page: 33,34,35,36
Surface: 56'550 mm²

Ordre: 1073023
N° de thème: 375009
Référence:
a49e1c73-36b8-413b-8361-36bd349f2a31
Coupage Page: 3/7

de réemployer une part importante des matériaux initiaux et de limiter l'apport de matériaux neufs - plus la note attribuée était élevée. - La temporalité et le financement examinaient les délais de reconstruction et la faisabilité économique du projet. L'analyse intégrait les temps de latence liés aux plans de zones et aux instruments d'urbanisme en vigueur (PAD, PAC, etc.), ainsi que ceux découlant de potentielles procédures de changement d'affectation. Plus ces démarches étaient nombreuses, plus la faisabilité diminuait et les délais s'allongeaient. L'ensemble du processus a mis en lumière les obstacles majeurs au réemploi de grandes structures: inadéquation entre calendriers des projets donneurs et receveurs, contraintes dues à la longueur des procédures d'urbanismenotamment liée à des changements de zones -, stockage prolongé, exigences normatives liées à la sécurité, faible adaptabilité dimensionnelle. Ces contraintes sont d'autant plus fortes que la halle Polynorm s'est avérée particulièrement cohérente pour son «tout». C'est-à-dire avec sa géométrie et son système d'assemblage d'origine, et non pour ses parties désassemblées qui pourraient être réutilisées comme un «gisement» de matériaux, sans alors

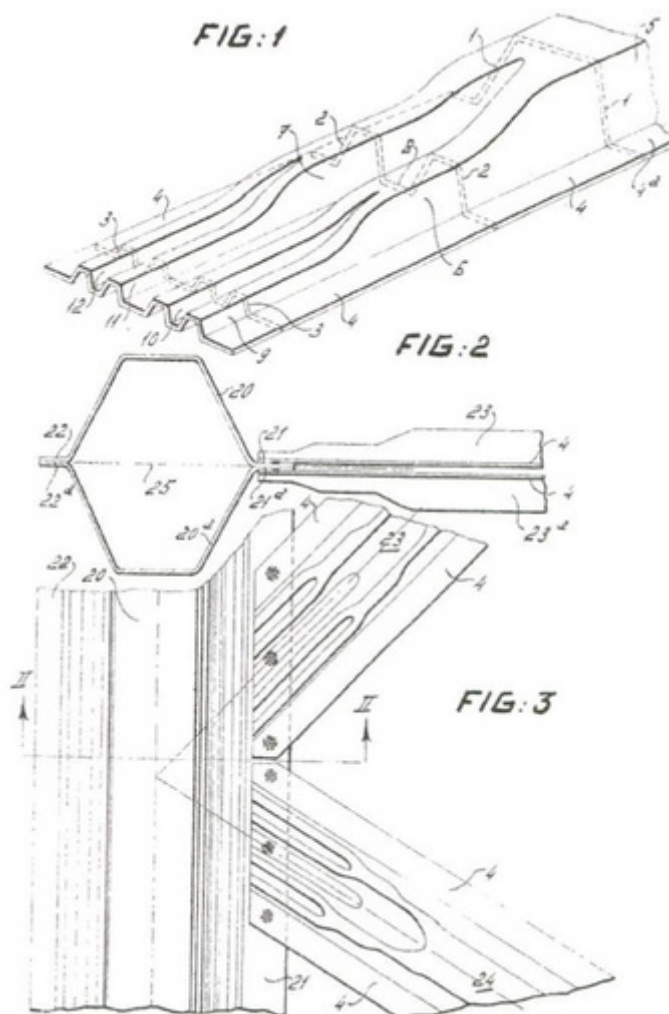
tirer parti des particularités géométriques de la halle.

Apprentissage En 2022, au démarrage du projet Polynorm, l'objectif était d'analyser l'ensemble des phases de réemploi de la halle. Fin 2025, son remontage n'est pas encore assuré et son réemploi n'a pas encore pu être prouvé par l'exemple. Néanmoins, les enseignements tirés des différentes recherches sont riches et précieux. Outre les leçons organisationnelles liées au démontage et l'identification des freins à la reprogrammation, c'est le système Polynorm lui-même qui a révélé des enseignements en faveur d'une architecture durable, qui vont au-delà des enjeux de réemploi. En premier lieu, c'est l'intelligence pragmatique du système modulaire - avec sa réduction radicale de la matière utilisée et ses méthodes de fabrication autour des techniques d'usinage de tôle - qui est frappante. Pour le démontage et le montage, c'est le système d'assemblages à sec par des vis, clips ou serrage qui est particulier. Malgré sa modularité et son degré de préfabrication, le système Polynorm est resté flexible et adaptable, comme l'illustrent la réduction des entraxes de cadres ou les renforts intégrés entre les demi-coques de la structure principale.

Il reste à espérer que la structure Polynorm, grâce à ses grandes possibilités d'adaptation, soit un jour reconstruite pour une nouvelle utilisation et qu'elle fasse partie du patrimoine réemployé; historique, sophistiqué et durable, t était d'assemblage NV Polynorm, 1953 (OFFICE EUROPÉEN ES BREVETS) epuis 1958, la halle a servi comme entrepôt pour l'entreprise CFG. En 2022, avant son démontage, l'espace est libéré des rayons en hauteur et laisse apparaître les doublages intérieurs en Pavatex et Styropor. Juin 2022. (yves eigenmann) vant la dépose de la structure, les doublages intérieurs ont été déposés et triés. La mise à nu de la structure primaire et des assemblages a permis de mettre en évidence la cohérence rigoureuse du système Polynorm. 22.08.2022. (raffael baur) B était de l'assemblage à sec des cadres structurels creux et triangulés. 28.04.2021. (transform/ng) C émontage des lamelles de façade, individuellement clipsées sur la structure intégrale de Polynorm. 22.08.2022. (transform/sv) 'ici à ce qu'ils soient utilisés pour une nouvelle fonction, les éléments de la halle Polynorm sont systématiquement numérotés, inventoriés et entreposés. 21.09 2022. (transform/aj)

Journal TOUT SE TRANSFORME 31

Nicolas Grandjean, André Jeker, Reto Mosimann, Séréna Vanbutsele sont professeur-es à la HEIA-FR et membres de l'institut TRANSFORM. Agnès Collaud est collaboratrice scientifique à l'institut TRANSFORM. 1 Nicolas Grandjean, Reto Mosimann, André Jeker, Agnès Collaud, Séréna Vanbutsele, «RePOLYNORM. Approches architecturales pour le réemploi de structures démontables: le cas de la halle Polynorm», HEIA Fribourg, Institut TRANSFORM, 2025 2 Nicolas Grandjean, Agnès Collaud, André Jeker, Reto Mosimann, Séréna Vanbutsele, « Polynorm - Dutch modular construction of the 1950s entirely made of Steel sheet», 2024, 8ICCH congrès, ETH Zurich



Détail d'assemblage NV Polynorm, 1953(OFFICE EUROPÉEN DES BREVETS)



ses» Journal 33 A D



Tracés
8036 Zürich
044/ 380 21 55
<https://www.espazium.ch/traces/>

Genre de média: Imprimé
Type de média: Médias professionnels
Tirage: 4'419
Parution: irrégulier

Page: 33,34,35,36
Surface: 56'550 mm²

Ordre: 1073023
N° de thème: 375009
Référence:
a49e1c73-36b8-413b-8361-36bd349f2a31
Coupure Page: 6/7



Journal
32

Le démontage soigné de la construction Polynorm a été particulièrement enrichissant. La légèreté des éléments structurels et le pragmatisme du système de construction ont étonné toutes les personnes engagées sur le chantier. 15.09.2022. (transform/ac)



Tracés
8036 Zürich
044/ 380 21 55
<https://www.espazium.ch/traces/>

Genre de média: Imprimé
Type de média: Médias professionnels
Tirage: 4'419
Parution: irrégulier

Page: 33,34,35,36
Surface: 56'550 mm²

Ordre: 1073023
N° de thème: 375009
Référence:
a49e1c73-36b8-413b-8361-36bd349f2a31
Coupure Page: 7/7



Depuis 1958, la halle a servi comme entrepôt pour l'entreprise CAFAG. En 2022, avant son démontage, l'espace est libéré des rayons en hauteur et laisse apparaître les doublages intérieurs en Pavatex et Styropor. Juin 2022. (yves eigenmann) A Avant la dépose de la structure, les doublages intérieurs ont été déposés et triés. La mise à nu de la structure primaire et des assemblages a permis de mettre en évidence la cohérence rigoureuse du système Polynorm. 22.08.2022. (raffael baur) B Détail de l'assemblage à sec des cadres structurels creux et triangulés. 28.04.2021. (transform/ng) C Démontage des lamelles de façade, individuellement clipsées sur la structure intégrale de Polynorm. 22.08.2022. (transform/sv) D D'ici à ce qu'ils soient utilisés pour une nouvelle fonction, les éléments de la halle Polynorm sont systématiquement numérotés, inventoriés et entreposés. 21.09.2022. (transform/aj)