

02/15 steeldoc

Densifier et
surélever



Un raffinement complexe

Maitre de l'ouvrage

Allreal Toni AG,
représenté par Allreal Generalunternehmung AG, Zurich

Architectes

EM2N Architekten AG, Zurich

Ingénieurs

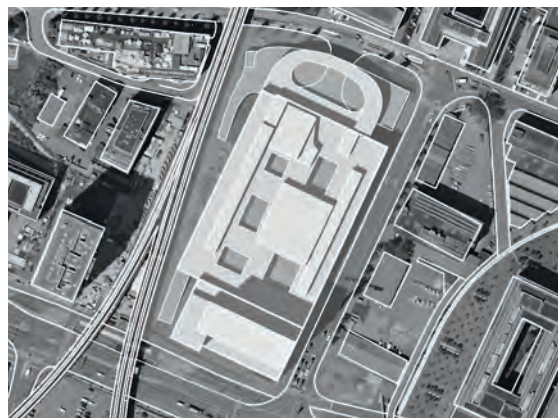
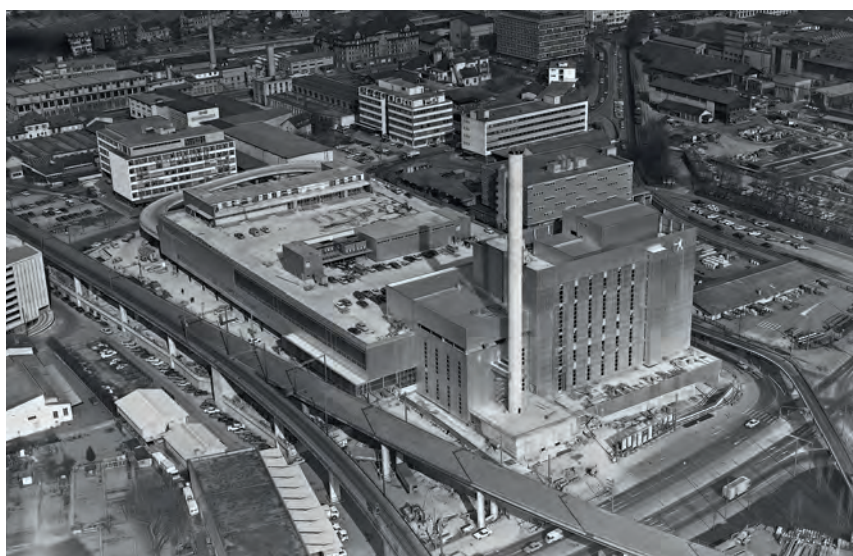
WaltGalmarini AG, Zurich

Année de réalisation

2014

La fabrique de produits laitiers était déjà vaste et impressionnante. En faire un édifice de pensée, l'agrandir et y ajouter des étages, tout cela posait des exigences considérables à l'ancienne structure porteuse, à sa transformation et à ses extensions.

Comment peut-on intégrer un programme d'espace complexe à une structure porteuse qui était à vrai dire destinée à une exploitation industrielle? La grande laiterie achevée en 1977 se compose de la tour de l'usine de séchage prolongée d'un bâtiment plat avec les locaux de production. A l'arrière du complexe de bâtiments se trouvent les rampes de livraison. Tout d'abord, l'ancien bâtiment d'usine a été démantelé dans la zone en développement Zurich-Ouest à l'exception de la structure porteuse. Aux endroits critiques, des éléments constructifs tels que des planchers avec lamelles CFK en partie précontraintes, ainsi que des poteaux supportent la structure et la fondation. Des profilés légers en acier permettent d'ajouter des étages, des planchers mixtes acier-béton réduisent le poids des nouveaux étages.



Situation, échelle 1:5 000

Les rampes de chargement actuelles sont situées au commencement d'un «boulevard vertical», qui aboutit au grand hall public d'entrée à l'interface entre le bâtiment haut et le bâtiment plat. Une suite de halles, places, espaces et escaliers en cascade constitue la structure interne.

Les différents locaux sont nombreux et variés, il s'agit d'assurer le service de plusieurs hautes écoles dont les nombreux sites ont été réunis sous un même toit. Cela englobe des salles ouvertes au public et des zones d'accès de même que des salles de concert, magasins, archives, collections, garderie d'enfants, places de travail pour étudiants, bureaux et locaux de conférences ou encore un studio d'enregistrement hautement spécialisé.

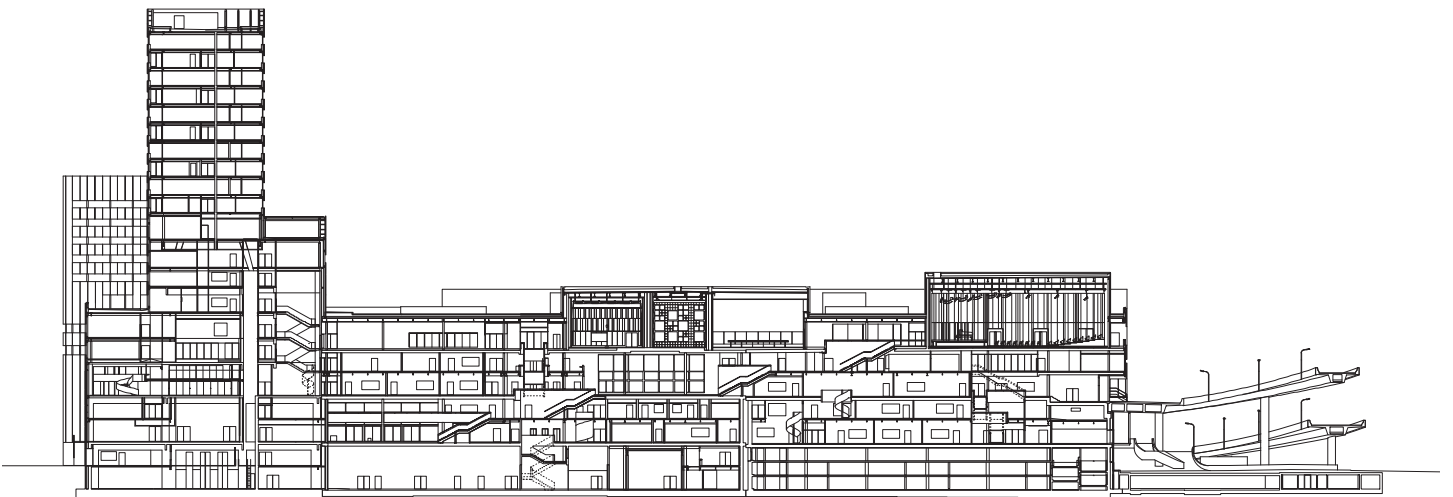
Afin de répondre au besoin de locaux supplémentaires, onze étages ont été ajoutés à l'usine de séchage. Cette partie du bâtiment transformé atteint désormais une hauteur de 75 mètres. Un seul étage rehausse la construction plate, sur le toit duquel un parc donne de la verdure urbaine. Cinq grands atriums taillés dans le bâtiment existant éclairent les locaux intérieurs par la lumière naturelle.

Le complexe transformé a assez de place pour environ 5 000 étudiants, enseignants et collaborateurs de hautes écoles, pour des utilisations culturelles et pour 100 appartements locatifs.

La photographie du chantier datant de 1976 fait apparaître les dimensions de l'installation de production dans l'environnement plutôt restreint de l'époque.



La transformation et la nouvelle exploitation du terrain Toni représente la transformation de l'ancienne zone industrielle en un nouveau quartier urbain.

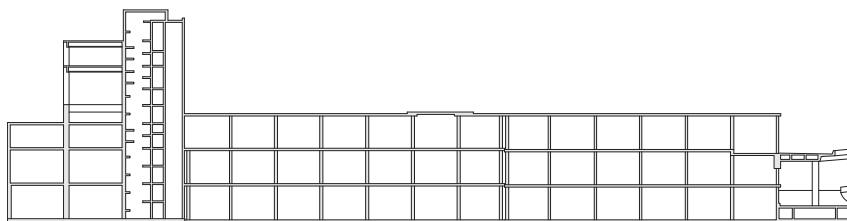


Coupe longitudinale, échelle 1:1250

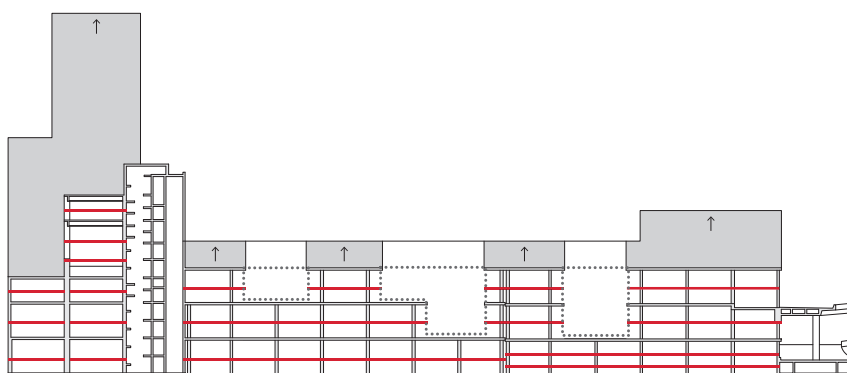
Charges et substance

Des adaptations possibles étaient prévues dès la planification au milieu des années 70. C'est ainsi que les planchers du bâtiment plat n'ont pas été précontraints, afin de permettre de pratiquer ultérieurement de grandes ouvertures dans les planchers de béton armé. Les grandes ouvertures des atriums sont disposées en fonction des conditions statiques de manière à ne nécessiter que peu de renforts de la structure porteuse.

Etant donné que la fondation est située dans la nappe phréatique, un renforcement complet aurait entraîné des frais considérables. Aussi a-t-on veillé à ce que les charges des nouvelles parties ne dépassent pas celle de l'exploitation industrielle. Les étages supplémentaires et les planchers intermédiaires du bâtiment existant sont réalisés en dalles légères en acier-béton. Toutes les poutres sont continues afin de réduire la hauteur des profilés. Pour la même raison, les poutres secondaires sont insérées dans les poutres principales. Afin d'éviter toute fissuration des poteaux existants en acier forgé, les forces de traction dues à la continuité sont déviées par un anneau autour des poteaux.



Représentation schématique du bâtiment existant



Représentation schématique du bâtiment existant, des ouvertures, des nouveaux planchers intermédiaires (en rouge) et de la surélévation

Des profilés d'acier élancés créent un local exempt de poteaux pour la grande salle de concert.

L'emploi de la méthode dite membranaire a permis de satisfaire à l'exigence R60. Il a suffi de ne revêtir d'une couche qu'une poutre sur quatre, ce qui a permis de réduire de 40 pourcent les coûts de protection incendie.

Avantages de la méthode membranaire

Cette méthode de protection incendie correspond à une procédure de certification pour les champs de dalle mixte acier-béton à poutres non protégées. En cas d'incendie, l'effet porteur de la membrane est un avantage, si bien que seules les quatre poutres aux bords de la dalle doivent présenter la résistance au feu requise. Les poutres d'acier situées dans les champs de dalle restent sans protection et peuvent être négligées au niveau de la protection incendie.

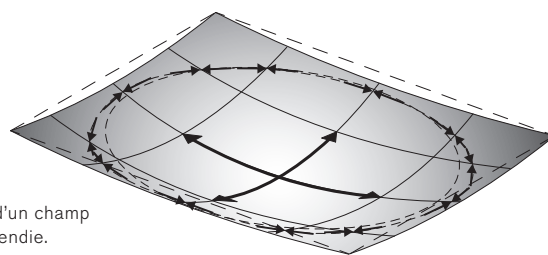
Les champs de dalle généralement rectangulaires ou carrés fléchissent en cas d'incendie et peuvent ainsi développer un état de tension membranaire. Il convient de tenir compte des exigences suivantes de construction: tous les poteaux situés dans ces champs doivent avoir sur toute la hauteur du compartiment coupe-feu au moins la même résistance au feu que le



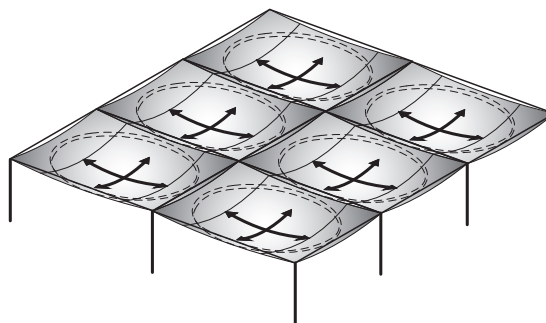
plancher considéré. Les poutres situées sur les bords libres doivent être connectées à la dalle mixte par ex. au moyen de goujons à tête avec armature correspondante, afin d'éviter le glissement dalle-poutre en cas de déformation due à un incendie. Afin d'empêcher toute ruine par instabilité, le bâtiment doit en général être renforcé – comme sur le terrain Toni – par des contreventements de résistance au feu correspondante.

La surface totale des nouveaux planchers réalisés atteint 75 000 mètres carrés, la part d'acier est de 4 200 tonnes. Contrairement aux planchers ultralégers, les planchers mixtes acier-béton sont maintes fois éprouvés, robustes et de prix relativement avantageux. En outre, ils permettent de faire passer les câbles et conduites à l'intérieur de la structure porteuse.

Les mesures prévues font que les fondations et poteaux ne devaient être renforcés qu'en quelques endroits. Autrement, des caissonnages et autres adjonctions nécessaires du point de vue statique auraient limité l'utilisation du sous-sol, qui offre maintenant de la place pour des collections, de locaux d'exercice et le garage souterrain.



Effet de membrane d'un champ de dalle en cas d'incendie.



Effet porteur de plusieurs champs de dalle avec poutres de bord protégées.

Les ouvertures dans les planchers suivent avec précision la statique de la structure porteuse existante.





Les grands atriums permettent à la lumière naturelle de pénétrer dans les locaux intérieurs.

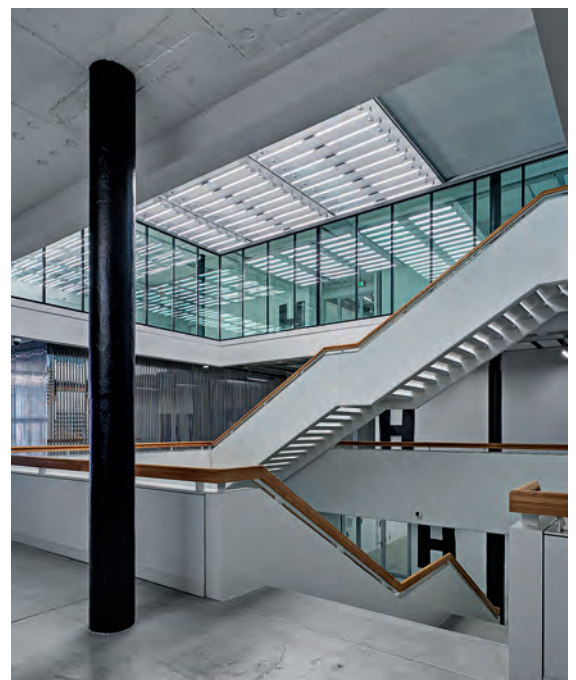
Onze de plus!

L'ancienne tour de séchage a reçu des planchers intermédiaires destinés à de nouveaux locaux. L'adjonction de onze étages à cette partie du bâtiment offre la place nécessaire aux logements demandés au programme. Afin de permettre une répartition souple des surfaces à ces étages supérieurs, il a été nécessaire de modifier la trame des parois porteuses. Les forces verticales résultant de ce décalage sont absorbées par des portiques en acier. Ceux-ci sont disposés au onzième étage et servent d'intermédiaires entre la trame des poteaux de cinq fois 12,5 mètres à la partie inférieure et la nouvelle trame de 6,5 x 6,5 mètres à la partie supérieure. Les montants des portiques sont disposés obliquement et réduisent ainsi la portée de la poutre. La hauteur ne devait pas dépasser 1,5 mètre afin de pouvoir également utiliser l'étage.

Le montage des portiques a été fait au moyen d'une construction auxiliaire entre les montants obliques. Celle-ci a été retirée après le montage de la poutre proprement dite. Les forces de traction dues à l'obliquité des montants sont absorbées par une bande de traction précontrainte et deux tirants au pied des montants obliques à l'intérieur du plancher. Ces éléments de traction provoquent un léger voûtage du plancher. Le montage des portiques a été réalisé en deux nuits seulement. La structure métallique porteuse n'est plus visible après achèvement et atteint après application de trois centimètres de crépi giclé une protection incendie de R90.

L'utilisation d'une construction en acier permet de transformer un bâtiment industriel monofonctionnel, en un organisme polyfonctionnel sans devoir renforcer considérablement le bâtiment existant. Des solutions raffinées des ingénieurs et entreprises de construction métallique ont aisé à réaliser les multiples exigences posées à ce projet complexe.

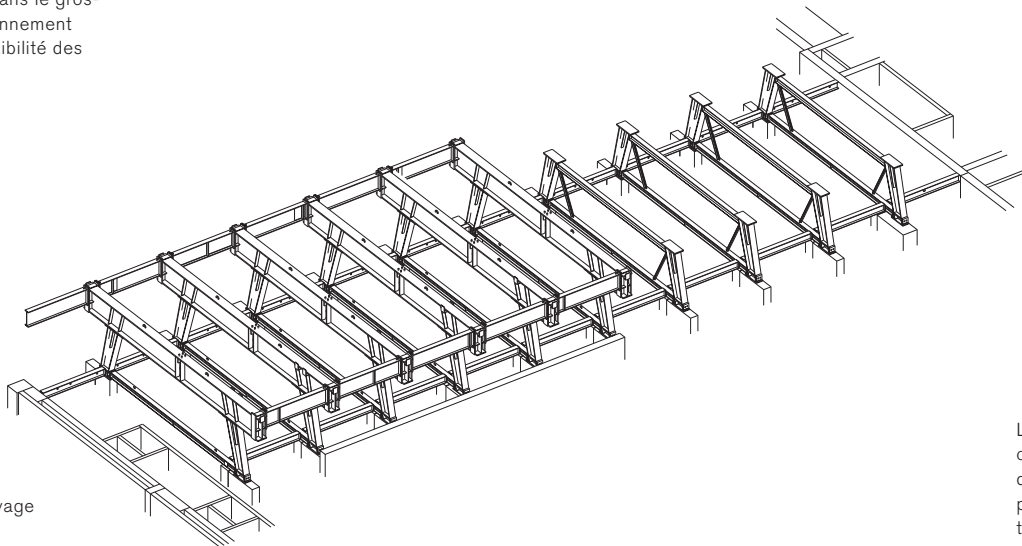
La lumière fait bien apparaître les escaliers en acier.





La structure à montants inclinés dévie les nouvelles charges des étages supplémentaires vers les poteaux existants.

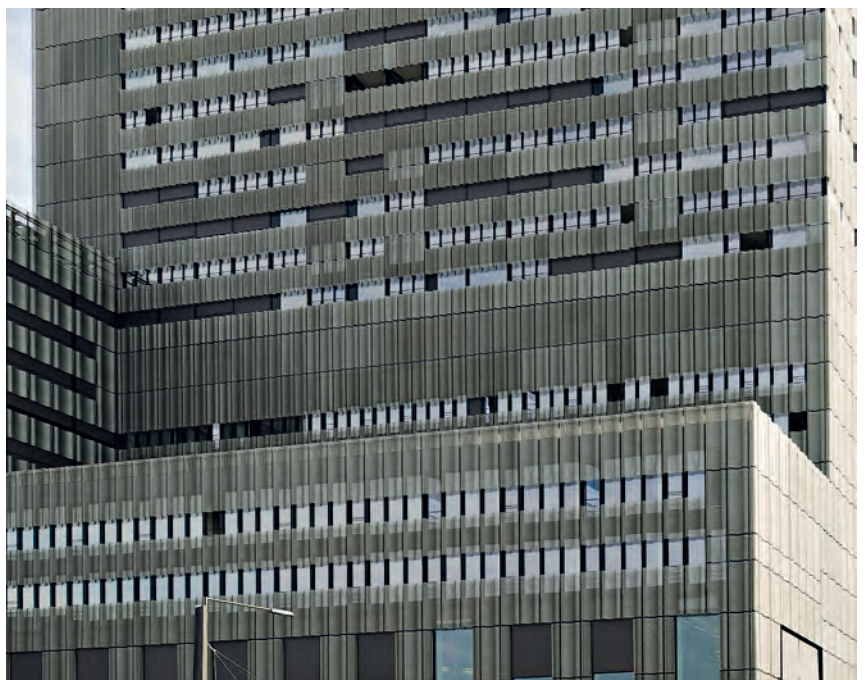
On aperçoit déjà dans le gros-œuvre le dimensionnement généreux et la flexibilité des futurs logements.



Isométrie de la construction d'étayage

Le revêtement en éléments ondulés en métal déployé donnent une nouvelle interprétation de la façade à toiles trapézoïdales d'origine.

Lieu Förrlibuckstrasse 109, Zurich
Maître de l'ouvrage Allreal Toni AG, représenté par Allreal Generalunternehmung AG, Zurich
Architectes EM2N Architekten AG, Zurich; Partner: Mathias Mathias Müller, Daniel Niggli (partenaire), Björn Rimner, Christof Zollinger (direction générale), Enis Basartangil, Nils Heffungs, Fabian Hörmann, Jochen Kremer (direction du projet)
Ingénieurs WaltGalmarini AG, Zurich
Architectes paysagistes Studio Vulkan, Zurich
Autres partenaires au projet b+p baurealisation AG, Zurich; gkp Fassadentechnik AG, Aadorf; Gruner AG, Bâle; Wichser Akustik + Bauphysik AG, Zurich
Construction métallique Zwahlen & Mayr SA, Glattbrugg
Tonnage 4200t
Nuance d'acier S355
Surface brute 125 000 m²
Surface utile 108 000 m² (total), 84 500 m² (hautes écoles), 13 500 m² (logements), 10 000 m² (autres)
Volume 493 400 m³
Coûts 547 Mio CHF (coûts d'investissement Allreal)
Durée des travaux 2008–2014



Impressum

steeldoc 02/15, juin 2015

Densifier et surélever

Editeur:

SZS Centre suisse de la construction métallique, Zurich
Patric Fischli-Boson

Rédaction et textes:

Martina Helzel, Johannes Herold
Textes basés sur les informations des concepteurs

Traduction française:

Richard Squire, Schüpfen; Chantal Pradines, Trampot;
Michel Crisinel

Maquette:

Martina Helzel, circa drei, Munich

Photos:

Couverture: Adrien Barakat

Editorial: Sebastian Schubert

Introduction: WaltGalmarini AG (p. 4), werkraum wien ingenieure
(p. 6 à gauche), Made in Sàrl (p. 6 à droite)

Prix Acier Student Award: Richmond International Genf/
yves andré photographe/steeldoc 02/10 Immeubles de bureaux
innovants

Toni-Areal, Zurich: EM2N (p. 8 en haut), ETH-Bibliothek Zurich,
Bildarchiv/Comet Photo AG (p. 8 en bas), Roger Frei (p. 9,
p. 12 en bas), WaltGalmarini (p. 10, p. 11, p. 13 en haut),
Filip Dujardin (p. 12 en haut), Simon Menges (p. 13 en bas)
VinziRast, Vienne: Kurt Kuball (p. 14, p. 16 en haut, p. 17),
Sebastian Schubert (p. 15), Alexander Hagner (p. 16 en bas)
Bikinihaus, Berlin: Franz Brück

Alpha Business Center, Meyrin: @photo-schobinger.ch (p. 22),
Adrien Barakat (p. 23, p. 24, p. 25, p. 27 en bas), Sottas (p. 26,
p. 27 en haut)

Bürogebäude Kendall, Anvers: Eveline Boone (p. 28, p. 29,
p. 30 en bas), Stramien (p. 30 en haut)

Les renseignements et les plans ont été fournis par les bureaux
d'études. Dessins retravaillés par circa drei, Munich.

Conception graphique:

Gabriele Fackler, Reflexivity AG, Zurich

Impression:

Kalt Medien AG, Zoug

ISSN 0255-3104

Abonnement annuel CHF 60.- / étranger CHF 90.-

Numéros isolés CHF 18.- / doubles numéros CHF 30.-

Sous réserve de changement de prix. A commander sur
www.steeldoc.ch

Construire en acier/steeldoc® est la documentation d'architec-
ture 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 informations techniques du
SZS gratuitement.

Toute publication des ouvrages implique l'accord des architectes,
le droit d'auteur des photos est réservé aux photographes. Une
reproduction et la traduction même partielle de cette édition n'est
autorisée qu'avec l'autorisation écrite de l'éditeur et l'indication
de la source.

**Abonnement annuel à steeldoc pour CHF 60.-
(étudiants gratuit) sur www.steeldoc.ch**