Zeitschrift: Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique
Herausgeber: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
Band: - (2008)
Heft: 77

Artikel: Quand les géants d'acier prennent feu
Autor: Fischer, Roland
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-970800

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Quand les géants d'acier prennent feu

Les propriétés de l'acier se modifient sous l'effet de températures élevées. Dans les bâtiments, cela peut avoir des conséquences dramatiques en cas d'incendie. A l'EPFZ, on étudie des solutions pour rendre ces constructions résistantes au feu.

PAR ROLAND FISCHER

L'attaque terroriste contre les tours jumelles du World Trade Center a fait connaître au public les travaux de recherche de l'équipe de Mario Fontana sur la sécurité des charpentes en cas d'incendie. La télévision s'y est intéressée et le chercheur a été largement sollicité comme expert par les médias. Cette fixation sur le World Trade Center l'agace d'ailleurs un peu. «En Suisse, les monteurs en constructions métalliques étudient cette thématique depuis les années 1950 et nos recherches sur le comportement des constructions en acier en cas d'incendie ont démarré bien avant le 11 septembre, rappelle-t-il. Elles m'ont d'ailleurs permis de comprendre très vite pourquoi les tours jumelles s'étaient effondrées.»

L'ingénieur balaie donc les théories du complot qui affirment que la température du kérosène, lorsqu'il a pris feu, n'était pas assez élevée pour affaiblir suffisamment la charpente en acier des tours. «Le kérosène a enflammé d'un seul coup tous les matériaux, souligne-t-il. Quant au point de fusion de l'acier, il n'est pas décisif car il suffit de températures bien inférieures pour que les propriétés du matériau soient modifiées.» Ce sont ces modifications et leurs conséquences que l'équipe de Mario Fontana s'efforce de comprendre.

Jouer avec le feu

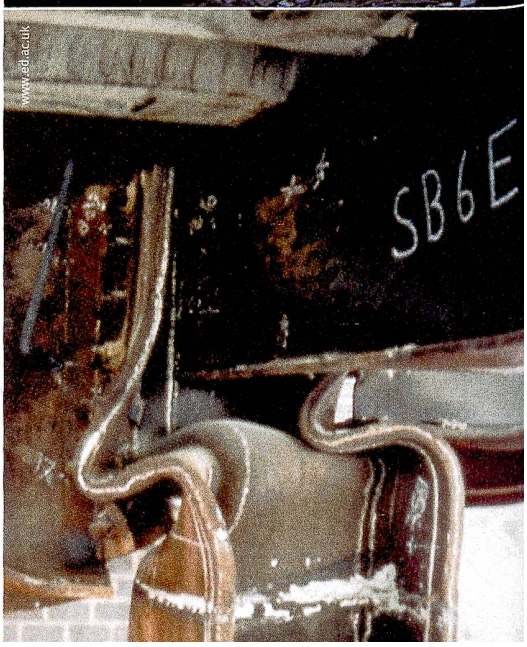
L'acier se ramollit lorsqu'on le chauffe, ce qui en soit n'est pas une qualité négative, ne serait-ce que pour le forger. En revanche, cette dernière a des répercussions sur la stabilité des bâtiments. Ne pas en tenir compte serait jouer avec le feu. Dans un bâtiment, un incendie peut en effet se déclarer à tout moment. «Chaque charpente a été conçue pour résister à certains scénarios, le World Trade Center également», note le chercheur, qui suppose que des incendies s'étaient probablement déjà produits avant dans l'un ou l'autre bureau. Le fait que l'on n'en ait jamais entendu parler signifie que de tels événements n'ont pas eu de conséquence grave pour la solidité de la construction et que les scénarios et calculs utilisés étaient corrects.

Il existe deux possibilités pour permettre à un bâtiment de résister en cas d'incendie: le construire de manière assez stable en tenant compte d'un affaiblissement dû au feu et protéger les éléments porteurs en acier avec des matériaux isolants. Comme ces deux mesures sont coûteuses, les maîtres d'ouvrage ne veulent pas prendre plus de mesures de sécurité qu'il n'est nécessaire. L'équilibre entre économicité et sécurité est constamment réajusté. De ce point de vue, le 11 septembre a été un événement important, mais pas au point de pousser les experts à revoir fondamentalement leur copie.

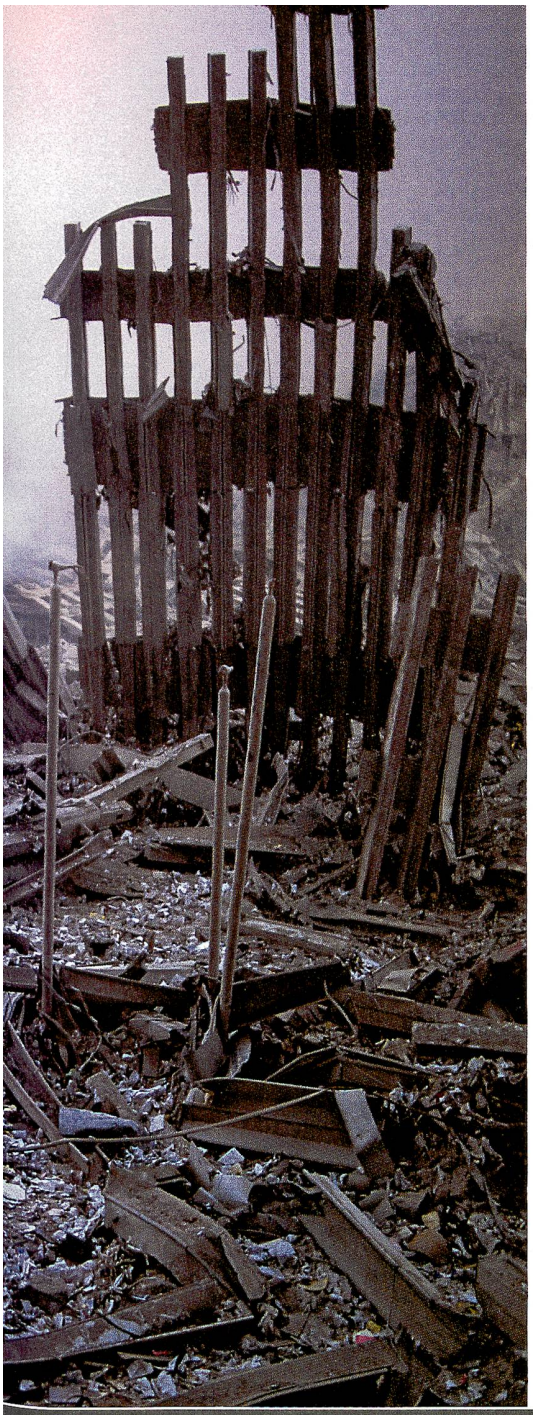
Mieux évaluer les risques

En tant qu'ingénieur, Mario Fontana sait qu'il ne peut pas tout calculer: «C'est à la société de décider quels sont les risques qu'elle juge supportables.» Lui, en revanche, peut livrer les éléments qui permettront d'évaluer ces risques et d'adapter les constructions en conséquence. L'équipe scientifique qu'il dirige fait toutefois davantage que de simples analyses. Les résultats de ses recherches peuvent contribuer à rendre certaines constructions possibles: l'opportunité de prendre des mesures de sécurité de manière plus rationnelle améliore en effet les chances de voir des projets ambitieux sur le plan architectural (et financier) devenir réalité. Les chercheurs s'appuient aussi bien sur des mé-

Steve McCurry/Magnum Photos



www.ed.ac.uk



thodes théoriques qu'expérimentales pour mieux comprendre le comportement de l'acier. Markus Knoblauch, l'un des collaborateurs de Mario Fontana, est un expert de la stabilité des charpentes et de la modélisation sur ordinateur de leur comportement. Des calculs permettent de simuler la réaction à la pression de certains éléments de construction comme les profilés angulaires et les profilés carrés, en cas de températures élevées. Mais ces modèles sollicitent beaucoup de ressources et les calculs peuvent facilement mobiliser un ordinateur pendant plusieurs jours. Car les profilés en acier se déforment de manière complexe: après un incendie, ils présentent des bosses et des déformations dont la répartition n'est pas due au hasard mais obéit à un schéma qui peut être mis en évidence de manière mathématique.

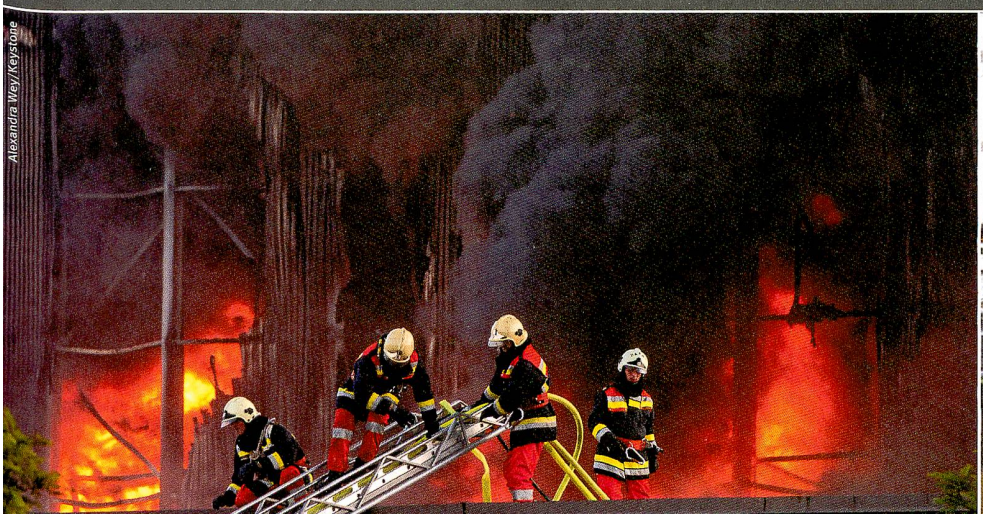
Les résultats des calculs doivent toujours être comparés à la réalité. Les ingénieurs utilisent à cet effet le laboratoire incendie de l'EMPA et ils ont aussi construit leur propre petit four. Haut de 3 mètres, ce four électrique est situé dans la grande halle d'essai de l'EPFZ. Les ingénieurs y font fondre les profilés en acier dans des conditions réalistes. «Cette comparaison entre calculs et essais pratiques est très importante car les programmes informatiques sont loin d'être parfaits», explique Mario Fontana. Cela vaut particulièrement pour les constructions complexes, les ordinateurs n'étant pas encore capables de prédire de façon fiable le comportement de plusieurs charpentes en acier articulées les unes aux autres. D'où la nécessité d'essais de grande envergure. En Angleterre, par exemple, un bâtiment de huit étages a été construit afin d'être incendié par la suite et de pouvoir ainsi étudier les dommages infligés à la charpente.

Résultats prometteurs

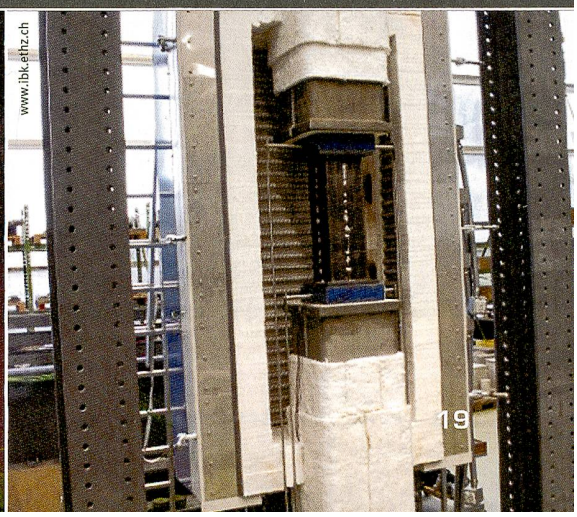
De tels essais en conditions réelles étant compliqués et donc coûteux, on cherche à l'EPFZ d'autres moyens pour étudier l'acier. L'équipe de Mario Fontana a constaté que lorsque ce dernier était chauffé, il présentait des propriétés similaires à celles de certains métaux à l'état froid (comme l'aluminium). Actuellement, on est en train de les comparer en détail. Les résultats sont prometteurs et l'on pourra probablement bientôt comprendre certains aspects du comportement de l'acier en cas d'incendie en se basant sur un simple modèle d'aluminium, sans devoir mener de coûteux essais dans un four.

C'est lorsqu'elles sont intégrées aussi rapidement que possible dans le processus de planification des architectes, c'est-à-dire autour de la table de dessin, que ces connaissances sont les plus utiles. Des poutres d'acier importantes sur le plan statique peuvent représenter un élément esthétique intéressant à l'intérieur d'un espace. Mais si elles sont environnées de matériaux inflammables, il faut absolument intégrer des mesures fiables pour limiter le risque. «Il s'agit donc de trouver en collaboration avec les architectes des solutions efficaces et sûres», conclut Mario Fontana. L'ingénieur voit d'ailleurs aussi dans son travail un aspect créatif. Il ne fait en effet pas qu'analyser des problèmes, il doit aussi réfléchir en réseau et parfois concevoir des solutions totalement nouvelles pour résoudre un problème ancien. ■

En haut : après l'effondrement des tours jumelles le 11 septembre 2001. En bas au milieu: le grand incendie de Steinhausen (ZG) en 2007. Ces événements ont montré combien les charpentes en acier pouvaient être instables. Une instabilité qu'une équipe d'ingénieurs de l'EPFZ peut en partie calculer théoriquement. Les chercheurs se basent toutefois aussi sur des expériences (en bas à droite : test de résistance dans la grande halle d'essai de l'EPFZ) ou des simulations de gros incendies (en bas à gauche : piliers en acier après un incendie dans un bâtiment de huit étages à Cardington en Angleterre).



Alexandra Wey/Keystone



www.ibk.ethz.ch