



1
La piscine couverte d'Uster le 10 mai 1985: l'aspect des dommages le lendemain matin de la catastrophe. Les experts de l'Empa sont encore à la recherche d'indices sur les causes de la catastrophe.

2
Seule une petite partie du plafond est restée suspendue dans l'angle nord-est de la piscine.

3
Sur 55 des 95 étriers rompus, la surface de rupture était corrodée de 76 à 100 pour-cent. Cette corrosion n'était toutefois que difficilement décelable depuis l'extérieur. D'autres fissures sont visibles au voisinage de la surface de rupture.

Un effondrement dû à la corrosion par le chlore

2010 marque les 25 ans de la catastrophe de la piscine couverte d'Uster. Les experts de l'Empa avaient alors analysé les causes de cet effondrement qui avait coûté la vie à douze personnes. Leurs conclusions: corrosion fissurante sous tension des étriers de suspension

TEXTE: Beatrice Huber / PHOTOS: Empa

Dans la commune d'Uster, ce 9 mai 1985 était un jeudi comme un autre – tout au moins jusqu'au soir à huit heures et demi. C'est à ce moment que se produisit une catastrophe dans la piscine couverte de la ville. Son plafond s'effondra subitement sur le bassin, ensevelissant sous lui les nageurs. Le bilan de cet accident: douze morts et 19 blessés graves.

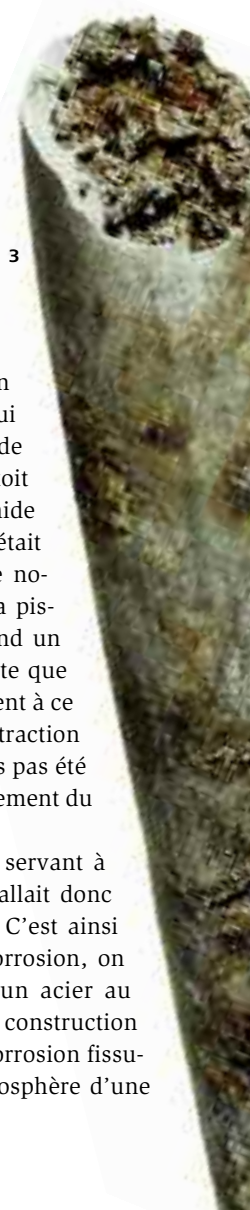
Peu après minuit déjà, le juge d'instruction du district d'Uster fit appel aux experts de l'Empa qui durant toute la nuit procédèrent au relevé des indices et à des prélèvements d'échantillons. Les analyses durent être réalisées sous la pression des événements. Dans le milieu des années 1980 déjà, les médias se faisaient l'écho d'une négligence et d'un bâclage général dans les constructions réalisées dans les années 70. Urs Meier, alors chef du département « Matériaux de construction » et vice-directeur de l'Empa et qui devait de ce fait répondre aux questions pressantes de médias, se souvient : « Nous nous battions surtout pour que l'on ne parle pas de négligence grave avant de disposer de résultats d'examen. »

Les experts de l'Empa voulaient déterminer les causes effectives et communiquer aussi rapidement que possible leurs conclusions aux milieux spécialisés concernés. Très vite ils purent exclure un bâclage à grande échelle des travaux, ainsi que le précisa aussi le juge d'instruction lors d'une conférence de presse: « La thèse d'une négligence générale lors de la construction [...] n'est pas soutenable. » La cause principale ressortant des examens effectués était bien plutôt une corrosion fissurante sous contrainte des étriers de suspension.

Des étriers de suspension en acier inoxydable ...

La piscine couverte d'Uster avait été construite en 1970/72. On avait alors coulé à l'intérieur de ce qui devait devenir la halle un plafond en béton muni de 207 étriers de suspension pour ensuite réaliser le toit proprement dit auquel le plafond avait été fixé à l'aide de ces étriers. A partir du début 1972, le plafond était suspendu librement sans coffrage et au mois de novembre les premiers nageurs plongeaient dans la piscine. Par la suite on avait appliqué sur ce plafond un crépi acoustique et un revêtement de bois de sorte que finalement sa masse était supérieure de 30 pour-cent à ce qui était prévu initialement. Les contraintes de traction élevées agissant sur les étriers n'auraient toutefois pas été à elles seules suffisantes pour provoquer l'effondrement du plafond.

Le vide entre le plafond suspendu et le toit servant à l'aspiration de l'air de la halle de la piscine, il fallait donc s'attendre à la présence de chlore dans ce vide. C'est ainsi que, pour des raisons de protection contre la corrosion, on avait choisi des étriers en acier inoxydable – un acier au chrome-nickel. A l'époque, les spécialistes de la construction ignoraient cependant que cet acier est sujet à la corrosion fissurante sous tension lorsqu'il se trouve dans l'atmosphère d'une piscine.



Des experts en dommages très demandés

Pratiquement depuis sa fondation les experts de l'Empa en matière de dommages ont été régulièrement mis à contribution lorsqu'il s'agissait de déterminer les causes d'effondrement d'ouvrages de construction. A nouveau récemment pour un cas à St-Gall.

Après d'importantes chutes de neige, le matin tôt du 24 février 2009 une épaisse couche de neige recouvrait le toit de la halle de sport de l'école professionnelle située dans le quartier de Rietehüsli à St-Gall – manifestement trop de neige pour ce toit qui s'effondra vers 6 heures du matin, causant des dommages considérables. Mais les conséquences auraient pu être bien plus graves encore car 90 minutes plus tard de nombreux élèves se seraient déjà trouvés dans la halle pour suivre leurs leçons de gymnastique. Un gros choc, d'autant plus que cette halle de sport n'avait pas même trois ans. Le juge d'instruction chargea des experts de l'Empa de déterminer les causes de cet effondrement. Une équipe interdisciplinaire de spécialistes inspecta les lieux, analysa des échantillons prélevés sur les piliers de béton et les poutres d'acier et procéda à une simulation de l'effondrement sur ordinateur.

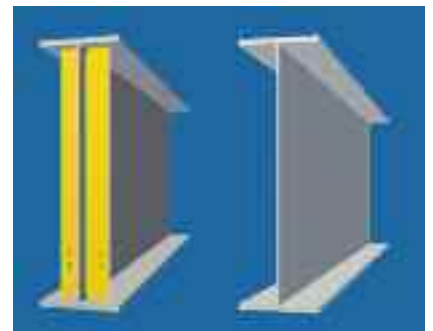
Des poutres principales qui cèdent

Les conclusions émises par les experts dans leur rapport de 200 pages: la résistance des sept poutres principales était nettement trop faible, car ces poutres ne répondaient pas aux normes. Pour empêcher le flambage des poutres métalliques élancées en double T telles que celles utilisées à St-Gall celles-ci doivent comporter des nervures de raidissement à leurs extrémités, Ce qui n'était pas le cas ici.

Avec cette couche de neige d'environ 50 centimètres, qui était certes la charge la plus élevée enregistrée depuis la construction de la halle mais toutefois toujours inférieure à la capacité portante maximale à prendre en compte, la sollicitation exercée sur une des poutres principales devint trop élevée et provoqua son flambage. Cette défaillance entraîna une réaction en chaîne le long des six autres poutres principales. Du fait de la charge «excentrique» exercée sur elles, les têtes des piliers du côté des fenêtres se rompirent et le toit s'affaissa du côté de la façade vitrée. Du fait de la charge de flexion extraordinaire, les boulons de fixation de toutes les poutres du côté de la salle de musculation (vis-à-vis des fenêtres) furent cisailés et le toit s'effondra finalement librement sur le sol de la halle de sport.



La halle de sport de l'école professionnelle Riethüsli à St-Gall après l'effondrement. (Photo: Empa)



Croquis d'une poutre avec (à gauche) et sans (à droite) nervures de raidissement terminales. (Illustration: Empa)

... se mettent à se corroder

Lorsque l'air évacué de la piscine est entré en contact avec les étriers dans cet espace vide, il s'est formé sur eux un film d'humidité acide renfermant du chlore. Ce qui, avec les années, a conduit à la formation de piqûres de corrosion. Sous les fortes contraintes de tension auxquelles étaient soumis les étriers, il s'est formé à partir de ces piqûres des fissures qui ont progressé toujours plus en profondeur. Les premiers étriers se sont alors rompus, augmentant ainsi la charge exercées sur les étriers voisins. Ce phénomène s'est poursuivi jusqu'à ce que la limite de résistance de la suspension du plafond soit finalement dépassée.

Sur 55 des 95 étriers rompus, la surface de rupture était corrodée de 76 à 100 pour-cent. Cette corrosion n'était toutefois que difficilement décelable depuis l'extérieur pour un professionnel de la construction car l'acier inoxydable au chrome-nickel ne prend pas une teinte rouille uniforme mais ne présente que quelques points bruns lorsqu'il se corrode. Pour un contrôle fiable, il aurait fallu démonter les étriers et procéder sur eux à des examens de laboratoire. Les méthodes non destructives actuellement disponibles n'existaient pas il y a 25 ans.

Renforcer la formation continue et la collaboration

Pour diffuser parmi les professionnels les conclusions à tirer de la catastrophe d'Uster, l'Empa a alors lancé une campagne de sensibilisation et organisé six mois déjà après l'accident un séminaire sur le comportement à la corrosion des aciers. «Dans la construction aussi on s'est alors rendu compte que la formation continue est des plus importantes» commente Meier. Cette campagne n'est pas restée une action isolée mais elle demeure une tâche permanente. Ainsi les experts de l'Empa Markus Faller et Peter Richner ont publié 15 ans après l'accident d'Uster une étude destinée à sensibiliser aussi les jeunes ingénieurs sur ce thème. Cette étude demeure aujourd'hui encore très demandée. Ses auteurs y résument les directives applicables pour le choix des matériaux destinés aux éléments importants pour la sécurité dans les piscines couvertes et indiquent surtout comment contrôler avec fiabilité ces éléments. «Les éléments importants sur le plan de la sécurité doivent rester contrôlables», relève Markus Faller. Car la catastrophe d'Uster ne doit pas se répéter. Cette sensibilisation va encore plus loin: «Nous voulons diffuser largement les connaissances sur le comportement à la corrosion des aciers et veiller à ce qu'elles ne se perdent pas.» Un point important, car la construction de piscines est un domaine florissant – grâce aussi à la mode du wellness. //