

WEGENER, POÈTE

Eugène à côté de la plaque tectonique.

Cette année, dans un silence assourdissant, nous célébrons le centenaire de la parution de *Genèse des océans et des continents: théories des translations continentales*, écrit par un obscur météorologue; Alfred Wegener.

Trois ans plus tôt, Wegener avait présenté lors de deux conférences en Allemagne son hypothèse de « translation des continents ». Eclats de rire, moqueries, insultes avaient aussitôt fusé de la part de la communauté scientifique en général et des géologues en particulier.

Wegener ne se démonte pas. A défaut d'une preuve irréfutable qu'il est bien en peine de fournir, le météorologue multiplie les champs d'exploration: « Ce n'est qu'en réunissant les données de toutes les sciences qui se rapportent à l'étude du globe que nous pourrions espérer obtenir la «vérité», écrit-il dans sa préface. (...) Ce livre s'adresse au même degré aux géodèses, géophysiciens, géologues, paléontologues, zoogéographes, phytogéographes et paléoclimatologues. » Ainsi, la découverte au Spitzberg de plantes tropicales fossilisées, des traces d'anciennes glaciations

en Inde et en Afrique du Sud, la mise en évidence de zones montagneuses au Congo et au Brésil issues de la même formation géologique constituent un faisceau de preuves.

Il faudra attendre les années 1960 et l'exploration des fonds océaniques par des sous-marins pour valider (et compléter) la théorie de Wegener! Trop tard pour lui: il meurt congelé en 1930, durant sa troisième expédition au Groenland. Il était parti à la recherche de fossiles prouvant que l'île se trouvait sous un climat tropical à une lointaine époque. Il n'avait que cinquante ans.

Wegener est l'homme de cette fabuleuse théorie: les continents sont en mouvement. Ils se déplacent à la surface du globe, tels de gigantesques radeaux. Même le plus excentrique de tous les poètes n'aurait pas osé inventer une métaphore pareille.

Cette nouvelle vision du monde inspirera deux étonnants romans. D'abord *Centennial* (en français *Colorado Saga*) de James Michener en 1974. C'est l'histoire d'une ville dans les montagnes Rocheuses. Mais, de manière tout à fait singulière, le romancier ne démarre pas son intrigue à l'époque des colons ni même à celle des Amérindiens. Michener commence par la formation géologique des montagnes Rocheuses! Le chapitre 2 présente les vrais premiers habitants: diplodocus et autres sauriens sont à la fête. Puis le récit rejoint l'époque de l'homme sapiens, les Amérindiens, la fondation de la bourgade de Centennial par les Blancs et toutes les aventures qui s'en suivent jusque dans les années 1970. A ma connaissance, c'est le seul roman au monde à décrire la Terre et ses habitants avec une telle amplitude.

Deuxième héritier littéraire de Wegener: *Le radeau de pierre*, de José Saramago. En 1987, le futur prix Nobel de littérature imagine que la péninsule ibérique se détache du continent européen et dérive dans l'Atlantique. Les Pyrénées sont désormais bordées par une immense falaise. Quant au « radeau », il ricoche contre les Açores, puis continue sa route vers le sud-est. L'Espagne et le Portugal intègrent l'Afrique!

Wegener: scientifique et père de la poésie du 20^e siècle.

Eugène



Pages d'information de la sia - Société suisse des ingénieurs et des architectes

EXPÉRIENCES TIRÉES DE L'APPLICATION DE LA NORME SIA 269: LA CONSERVATION DU PATRIMOINE COMME BIEN D'EXPORTATION

La valeur de l'héritage technique incarné par les ponts ferroviaires historiques bénéficie chez nous d'une reconnaissance particulière. Eugen Brühwiler, un des pères de la norme SIA 269 *Maintenance des structures porteuses*, met aujourd'hui ses connaissances au service de la préservation d'ouvrages emblématiques, en Allemagne également.

Les propriétaires et exploitants d'ouvrages d'art historiques se voient mis au défi de les maintenir dans leur configuration originale en dépit de l'accroissement des charges de trafic. C'est tout particulièrement le cas pour des infrastructures telles que les ponts ferroviaires des CFF, dont certains sont en service depuis 150 ans. Sur les 6000 ponts de toutes tailles exploités par les CFF, quelque 900 ont en effet plus d'un siècle et ces ouvrages doivent répondre aux mêmes standards de sécurité que les constructions neuves. Faute de connaissances plus pointues, leurs systèmes porteurs et d'éventuels signes de fatigue des matériaux ont longtemps été évalués de façon très conservatrice, soit sur la base de modélisations et de calculs excessivement prudents.

Or si l'on adopte les conclusions de telles vérifications sans autre examen critique, cela revient à condamner beaucoup de ponts en acier ou en béton existants. Qu'un grand nombre d'ouvrages historiques du réseau ferré suisse continuent à être quotidiennement empruntés par des centaines de convois est à mettre au crédit des standards élevés appliqués à la protection du patrimoine en Suisse, associés à la clairvoyance du service des constructions des CFF. Parmi les outils essentiels pour la planification de la rénovation des constructions, figurent la norme SIA 269 *Bases pour la maintenance des structures porteuses* et les sept normes sœurs qui la complètent. Eugen Brühwiler, professeur en ingénierie des structures à l'EPFL, a joué un rôle prépondérant dans l'élaboration de ces normes. Son domaine de spécialité porte sur la conservation de structures existantes, avec un accent particulier sur les constructions métalliques et en béton armé.

Un concepteur de structures attentif au patrimoine

Eugen Brühwiler ne se cantonne toutefois pas au monde abstrait de la science des



Depuis 1859, la structure en treillis du «Gitterlibrücke» enjambe le Rhin près de Koblenz AG. (© Georg Aerni)

matériaux et du calcul; ceux qui le côtoient saluent aussi en lui l'enseignant empathique et la personnalité décidée à mettre son savoir au service d'une politique du bâti soucieuse de préserver l'impressionnant héritage technique des 19^e et 20^e siècles dans un état aussi proche que possible des ouvrages originaux.

Pour l'ingénieur, beaucoup de ces ouvrages s'apparentent à de vieilles connaissances familières, dont la fréquentation remonte souvent à ses années au service des CFF. On peut notamment citer le pont-rail riveté de 190 m qui franchit le Rhin entre Koblenz en Argovie et Waldshut en Allemagne. C'est presque avec tendresse qu'il parle du « Gitterlibrücke », pour évoquer l'élanement et la transparence du treillis multiple qui en constitue la superstructure.

Conçu en 1859 par Robert Gerwig, il s'agit du plus ancien ouvrage de ce type encore en service sur le continent. Pratiquement conservée dans son état d'origine, la solution en treillis remontant à l'époque pionnière de la construction ferroviaire fut la première liaison entre les réseaux ferrés suisse et allemand. Or la valeur emblématique de ce pont ne le met pour autant pas à l'abri de la démolition, car il est sous la responsabilité de la société DB Netz AG, filiale des chemins de fer allemands (Deutsche Bahn, DB).

A la Deutsche Bahn, la démolition l'emporte sur la rénovation

Comme les défenseurs du patrimoine en font régulièrement l'amère expérience en Allemagne, la Deutsche Bahn a une approche tout sauf respectueuse de son héritage bâti et la liste des objets sacrifiés est longue. Si

des pressions collectives ont très récemment amorcé un timide changement de perspective en ce qui concerne les gares, les ouvrages d'art ne sont encore que très exceptionnellement traités comme un patrimoine historique.

Pour le pont sur le Rhin à Waldshut, l'entreprise continue donc à préconiser son remplacement par une construction neuve. Dans une expertise commanditée par ses propriétaires, la DB et les CFF, Eugen Brühwiler a dès 2010 tenté de convaincre la DB Netz AG que, conformément aux normes SIA 269/1 et 269/3 et moyennant des opérations de réparation et de maintenance peu importantes, l'ouvrage pouvait sans autre être remis en état pour une nouvelle durée de service de 80 ans - Eugen Brühwiler assure en outre que le coût de ces interventions légères sur la substance existante ne représenterait qu'une modeste fraction du prix d'une construction neuve.

Malgré la richesse de son patrimoine technique, l'Allemagne ne dispose à ce jour d'aucune norme comparable à la SIA 269 pour la maintenance d'ouvrages existants. Inchangées depuis 20 ans, les prescriptions en vigueur, notamment la directive 805 pour le calcul ultérieur de ponts (« Richtlinie 805 - Nachrechnung von Brücken »), devraient être revues à la lumière des connaissances actuelles.

Pour le moment en effet, les praticiens qui les appliquent se perdent dans de complexes modélisations, basées sur des hypothèses à moitié opaques et à moitié dépassées sur le comportement structural. Ce mode de « calcul après-coup » débouche souvent sur des résultats conservateurs et peu crédibles eu égard au comportement réel de la structure porteuse.

Le monitoring plutôt que la modélisation

A cette pratique longtemps usuelle en Suisse également, Eugen Brühwiler oppose le monitoring de l'objet, soit une inspection visuelle associée à la vérification mesurée de l'aptitude au service de l'ouvrage et de la substance existante, ce qui correspond à la procédure prescrite par la norme SIA 269. Les calculs attestant la sécurité structurale et l'état de fatigue s'appuient ainsi directement sur les résultats du monitoring.

Entre-temps couramment pratiquées par les CFF, les vérifications de la sécurité structurale sur l'objet lui-même ne réduisent en rien la sûreté des ouvrages – tout au contraire, car à la différence du « calcul après-coup », l'état réel de la construction est alors examiné à la loupe.

La dernière démolition en date envisagée par la DB concerne Chemnitz, en Saxe. La filiale Netz AG projette d'y démonter le viaduc de 275 m, qui surplombe depuis 110 ans le vallon à proximité de la gare principale, pour le remplacer par un ouvrage neuf. Il s'agit d'un pont-rail métallique riveté qui présente une combinaison d'arcs et de segments de poutres surélevés. La décision de le démolir ou de le rénover doit tomber dans les semaines qui viennent. Sur la foi de la méthodologie traditionnelle décrite ci-dessus, l'ingénieur mandaté par Netz AG est arrivé à la conclusion que « des parties de la structure sont sur-sollicitées et n'ont plus qu'une durée de vie réduite ».

Ce à quoi la DB ne s'attendait toutefois pas, c'est que dans la ville, pratiquement privée de sa substance historique après les lourdes destructions de la guerre, une initiative citoyenne s'est constituée en faveur du maintien de ce viaduc. S'étant rendu sur place, Eugen Brühwiler se base sur ses expériences avec des structures analogues pour affirmer que « si l'on se contente d'interpréter correctement les calculs effectués jusqu'ici, là encore – même sur le seul plan théorique – on ne décèle pas de fatigue significative ». Il précise en outre qu'« une mise en conformité du pont pour répondre aux exigences actuelles de l'exploitation est possible et impliquerait une solution nettement plus économique qu'un ouvrage de remplacement ».

Dilapidation de l'argent du contribuable

A ce jour, cela n'a guère contribué au maintien d'ouvrages remarquables en mains de la DB, vu que les frais de réhabilitation émergeaient au budget de la Netz AG, tandis que l'Etat fédéral, autrement dit le contribuable, assume les coûts relatifs au remplacement d'infrastructures. La destruction du patrimoine est donc un résultat de mécanismes de financement absurdes!

Pour Eugen Brühwiler, peu importe qu'un ouvrage comme le viaduc de Chemnitz soit



Menacé de démolition, le viaduc de Chemnitz fait l'objet d'une mobilisation citoyenne en faveur de son maintien. (© Eugen Brühwiler)

un monument répertorié ou non, sa valeur de témoignage est à ses yeux indépendante de son statut formel. Comme il l'exposait dans un article spécialisé, « l'importance culturelle d'un pont doit être établie et évaluée en fonction de sa situation, de sa valeur identitaire, historique et esthétique (...) notamment comme élément constitutif d'un tissu historique ou comme point clé d'un réseau de transport, un pont doit être maintenu pour préserver l'image du lieu dans son ensemble ».

Si l'option du maintien est finalement retenue dans le cas de la « Gitterlibrücke » près de Koblenz AG, et surtout pour le viaduc ferroviaire métallique de Chemnitz, cela représenterait un signal décisif et un progrès important pour le traitement approprié des ouvrages d'art historiques en Allemagne. Cela démontrerait en outre que des normes telles que la SIA 269, élaborées par des praticiens issus des rangs de la SIA, peuvent être considérées comme des biens d'exportation offrant un potentiel d'innovation supranational.

Frank Peter Jäger, rédacteur des pages SIA ; frank.jaeger@sia.ch

L'historien des structures

Le prof. dr Eugen Brühwiler, ing. civil dipl. EPF/SIA/IABSE, enseigne et mène des recherches depuis 20 ans à l'EPF Lausanne. Comme ingénieur des ponts aux CFF (1991-1994), Eugen Brühwiler a notamment été chargé de la maintenance d'ouvrages métalliques. Depuis sa nomination à l'EPFL en 1995, il est enseignant, chercheur et conseiller de la préservation de ponts et de bâtiments et, comme expert fédéral, d'ouvrages d'importance culturelle majeure.

DENSIFIER AVEC QUALITÉ

L'aménagement du territoire en Suisse est placé sous le signe du développement vers l'intérieur et de la densification. Comment cet objectif peut-il être concrètement mis en œuvre ? L'Association suisse pour l'aménagement national (VLP-ASPAN) convie à un échange d'expériences le 29 mai, à Soleure, sur le thème « Densifier avec qualité ».

Le grand défi de la densification de l'existant et du développement vers l'intérieur est de réaliser un aménagement de qualité à petite comme à grande échelle et d'associer les différents acteurs aux projets. C'est le thème du congrès 2015 de VLP-ASPAN, qui bénéficie du soutien de la SIA. Le congrès servira de tribune aux professionnels, représentants politiques, investisseurs et scientifiques qui présenteront leurs connaissances pratiques récemment acquises sur la rénovation urbaine. Le rapport de la Conférence tripartite des agglomérations CTA sera également exposé lors du congrès. Cette dernière s'engage activement en faveur d'un développement urbain durable.

L'après-midi, des questions centrales en lien avec la densification seront approfondies et débattues en présence d'experts dans le cadre de neuf ateliers : création d'une identité dans le contexte de la densification, gestion des conflits d'utilisation de l'espace urbain, modèles de participation et modalités de requalification des centres-villes, etc. Une traduction simultanée des présentations est assurée. Les ateliers de l'après-midi seront soit bilingues (pas de traduction simultanée) soit, pour une petite partie, uniquement en allemand ou en français. Le programme complet peut être consulté sur le site Internet de VLP-ASPAN (www.vlp-aspan.ch/fr/formation/cours-et-journees-detude).

(SIA)

« Densifier avec qualité »

Congrès de l'Association suisse pour l'aménagement national
Lieu: Landhaus, Soleure
Date: vendredi 29 mai 2015
Prix: 300 fr., étudiant(e)s 100 fr.
Informations complémentaires et inscription: www.vlp-aspan.ch > Formation

RÉVISION PARTIELLE DE LA NORME SIA 261

La version révisée de la norme SIA 261 *Actions sur les structures porteuses* est en vigueur depuis le 1^{er} juillet 2014. Le grand projet de révision des normes sur les structures porteuses de 2003 est ainsi presque achevé. Cet article décrit les principales modifications apportées à la norme SIA 261.

Nous disposons avec la norme SIA 261:2014 d'un document à jour, aisément applicable dans la pratique, qui complète les normes sur les structures porteuses déjà révisées. Cette nouvelle édition de la norme SIA 261 consiste en une révision partielle de la version de 2003. Les erreurs identifiées, de nature rédactionnelle et technique, ont été corrigées et le contenu a été adapté aux connaissances techniques les plus récentes.

Principales nouveautés de la norme SIA 261:2014

Terminologie: quelques termes et définitions ont été rectifiés ou adaptés dans la partie générale de la norme SIA 261. La commission responsable a remplacé le terme « éléments non porteurs » par « éléments secondaires ».

Le chapitre 4 *Terrain de fondation* a fait l'objet d'une coordination exhaustive avec la commission chargée de la norme SIA 267 *Géotechnique*. Le but était d'adapter les chiffres et les représentations de manière à lever toute contradiction entre les normes SIA 261 et SIA 267. C'est ainsi que les chiffres 4.4.3 « Répartition de la pression hydraulique » et suivants, ainsi que le tableau 3 « Répartition simplifiée de la pression hydraulique », ont été remaniés et complétés substantiellement.

Au chapitre 5 *Neige*, la commission a majoré le coefficient de forme de toiture correspondant à la charge de neige sur un toit horizontal de grande taille et elle a précisé la charge de neige sur un toit étagé.

Au chapitre 6 *Vent*, les excentricités appliquées pour déterminer la sollicitation en torsion due à l'action du vent sur un bâtiment ont été définies. La commission a adapté les tableaux de l'annexe C comprenant les coefficients de force et de pression imputables au vent et elle les a complétés par des coefficients de pression applicables aux angles des façades (surface localisée o).

Au chapitre 10 *Trafic routier*, le chiffre 10.2.1 a été remanié pour mieux décrire la disposition des charges selon les différents modèles et il est désormais intitulé « Voies de circulation fictives » au lieu de « Division de la chaussée ». La poussée des terres due aux charges routières qui s'exercent sur les ouvrages de soutènement a été définie plus précisément.



Les structures porteuses subissent souvent de fortes charges, notamment dues à la neige: maisons enneigées à Bosco Gurin (TI). (© Ruth Tomamichel)

Au chapitre 16 *Séisme*, la commission a harmonisé la description des classes de terrain de fondation et les dispositions régissant la sécurisation contre la chute d'éléments secondaires avec la norme SN EN 1998-1 (Eurocode 8). Elle a aussi amélioré la différenciation des ouvrages soumis à l'ordonnance sur les accidents majeurs. La norme SIA 261:2014 reprend, en les adaptant légèrement, les définitions originales de l'Eurocode – de la norme SN EN 1998-1 – qui concernent les classes de terrain de fondation. Les intervalles de vitesse des ondes de cisaillement ont été adaptés en fonction des expériences portant sur la nature du terrain de fondation qui ont été tirées en Suisse. Cette modification précise la correspondance entre les définitions adaptées des classes de terrain de fondation selon la norme SN EN 1998-1 (description géotechnique) et les descriptions lithologiques. A l'avenir, elles seront appliquées pour établir les cartes des classes de terrain de fondation et pour réaliser les études de microzonage spectral.

Validité des normes révisées concernant les structures porteuses

Les normes sur les structures porteuses de 2003 sont parues ou paraîtront comme suit dans une version révisée:

- Norme SIA 260 *Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses*, en vigueur depuis le 1. 8. 2013
- Norme SIA 261 *Actions sur les structures porteuses*, en vigueur depuis le 1. 7. 2014
- Norme SIA 262 *Construction en béton*, en vigueur depuis le 1. 1. 2013
- Norme SIA 263 *Construction en acier*, en vigueur depuis le 1. 1. 2013
- Norme SIA 264 *Construction mixte acier-béton*, en vigueur depuis le 1. 1. 2014
- Norme SIA 265 *Construction en bois*, en vigueur depuis le 1. 1. 2012
- Norme SIA 266 *Construction en maçonnerie*, entrée en vigueur prévue début 2015
- Norme SIA 267 *Géotechnique*, en vigueur depuis le 1. 8. 2013

Fatigue: ce phénomène fait l'objet d'une nouvelle annexe G qui fournit les facteurs d'équivalence de dommage applicables à plusieurs matériaux de construction – qui diffèrent par la pente de la courbe de résistance. Cette annexe comprend désormais les volumes du trafic ferroviaire à considérer, exprimés en millions de tonnes par an, et un paragraphe consacré à l'établissement de la longueur déterminante en fatigue.

La norme SIA 261 est déjà parue en français et en allemand, la version italienne suivra au cours de l'année 2015. Aucun cours de perfectionnement relatif aux normes SIA n'est prévu pour l'instant.

Pierino Lestuzzi, président de la commission SIA 261, pierino.lestuzzi@epfl.ch

Heike Mini, chargée des normes sur les structures porteuses de la SIA, heike.mini@sia.ch

La norme SIA 261:2014 *Actions sur les structures porteuses*, format A4, brochée, 134 pages au prix de 243 francs, ainsi que toutes les autres normes sur les structures porteuses peuvent être commandées sur le site www.shops.sia.ch ou à l'adresse e-mail distribution@sia.ch.



Les nouveautés de la norme SIA 180

27 mai 2015, Lausanne, 17h00 – 19h00
Code IEESerie04-15, informations et inscription: www.sia.ch/form

La norme SIA118 dans la pratique

28 et 29 mai 2015, Lausanne, 9h00 – 17h30
Code AB79-15, informations et inscription: www.sia.ch/form

Choisir la forme juridique la plus adaptée pour exploiter un bureau d'études

2 juin 2015, Lausanne, 8h30 – 17h30
Code GP14-15, informations et inscription: www.sia.ch/form

Présentation des normes SIA 382/1 et 382/2

3 juin 2015, Lausanne, 17h00 – 19h00
Code IEESerie05-15, informations et inscription: www.sia.ch/form

La gestion des prestations supplémentaires et des requêtes additionnelles

4 juin 2015, Lausanne, 9h00 – 16h30
Code CM46-15, informations et inscription: www.sia.ch/form

Introduction à la direction de bureaux des architectes et des ingénieurs

9 juin 2015 (3 jours), Lausanne, 9h00 – 17h30
Code UFF04-15, informations et inscription: www.sia.ch/form

CAS en expertise technique dans l'immobilier

19 septembre 2015, Fribourg, 9 mois
Inscription en ligne: www.heia-fr.ch/formation-continue