Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 108 (1982)
Heft: 5

Artikel: Le premier pont suspendu permanent en câbles de fer: un ouvrage de Guillaume-Henri Dufour: le pont Saint-Antoine à Genève, 1823
Autor: Peters, Tom F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-74642

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: 15.07.2025

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

Le premier pont suspendu permanent en câbles de fer

Un ouvrage de Guillaume-Henri Dufour: le pont Saint-Antoine à Genève, 1823

par Tom F. Peters, Zurich

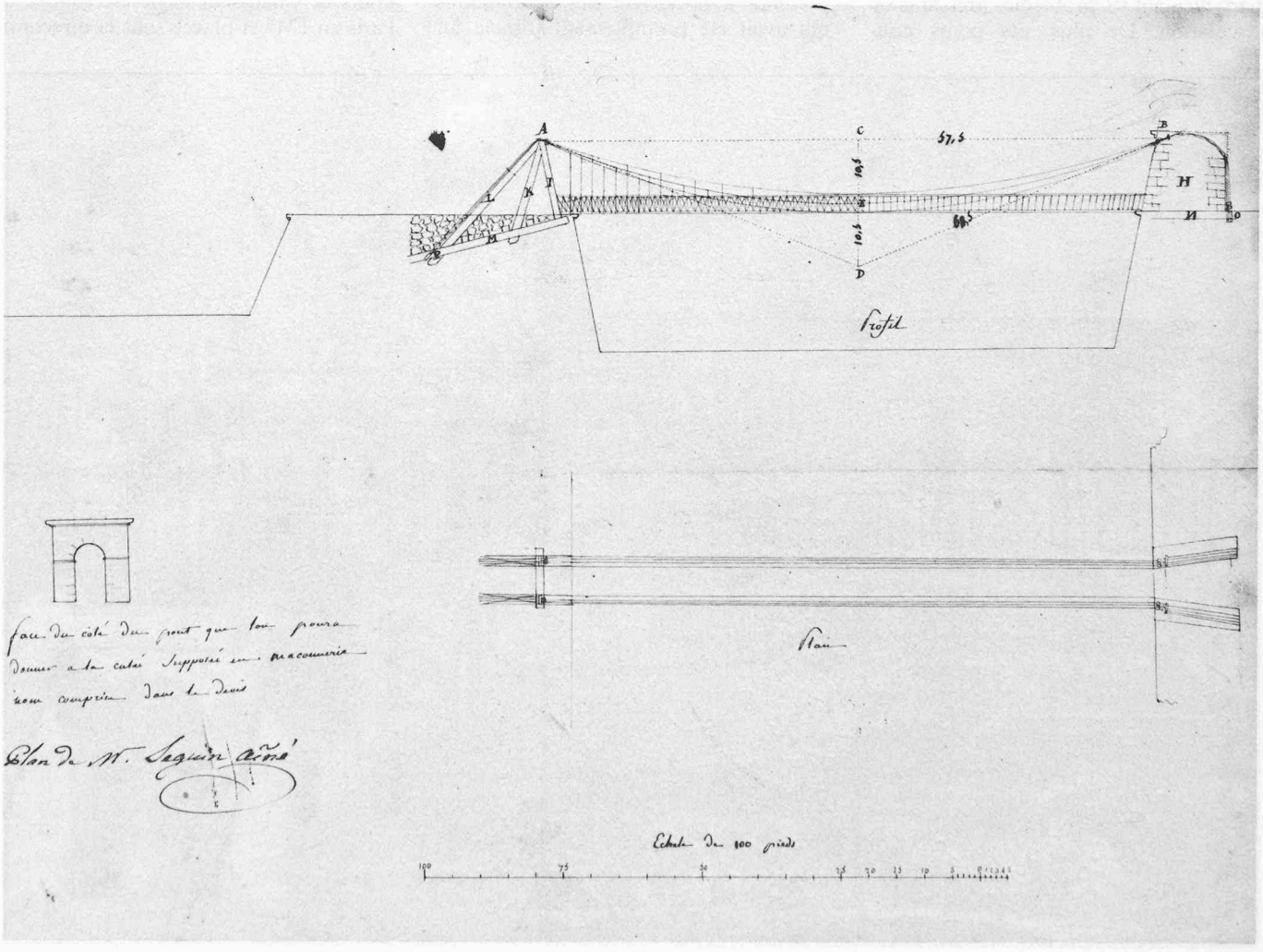
L'article qui suit présente sous une forme durable la matière d'une conférence donnée le printemps dernier à la section genevoise de la SIA, où elle a rencontré un grand succès.
Nos lecteurs apprécieront certainement de suivre la genèse d'un ouvrage, aujourd'hui disparu, dont le rôle dans l'histoire du génie civil est encore trop méconnu. La démarche du grand ingénieur que fut le général Dufour, face aux problèmes techniques et économiques, est particulièrement intéressante, puisque les grands ponts suspendus de notre siècle se situent dans le prolongement de cette réalisation exemplaire.

Rédaction

En Chine et dans les pays de l'Himalaya on connaissait depuis deux mille ans environ les ponts suspendus construits en chaînes de fer, lorsque James Finley déclencha en 1796 une révolution dans leur construction en concevant en Pennsylvanie le premier pont suspendu à tablier rigide adapté aux besoins du trafic routier. Ce fut pour la première fois que la relation entre la charge maximum et le poids propre d'une construction fut inversée et que les ingénieurs pouvaient concevoir des structures qui portaient des charges supérieures à leur propre poids. La comparaison entre ces nouveaux ponts quasi éphémères et les ponts lourds traditionnels en maçonnerie, en bois ou en fer avait quelque chose de miraculeux pour les non-initiés. Charles Dupin, ingénieur français, comptait le pont suspendu parmi les merveilles de son époque qui comprennaient la machine à vapeur perfectionnée, la presse hydraulique, la lumière à gaz et la lampe minière de sécurité.

C'était l'état de l'art en 1823, lorsque l'on érigea, à Genève, le premier pont suspendu permanent pour lequel on utilisait des câbles en fil de fer au lieu de chaînes. Ce fut le point de départ d'un nouveau développement encore plus remarquable qui mena au système de ponts suspendus tels que nous les connaissons aujourd'hui. Après le «Grand Pont Suspendu» de Fribourg, construit en 1834, 13 ponts ont successivement détenu le record mondial de la portée. A l'exception de deux d'entre eux — les poutres en porte-à-faux du Firth of Forth en Ecosse en 1890 et de Québec en 1917 — tous étaient des ponts à câbles de fer.

Au courant de l'été 1822, Marc Seguin, qui devait devenir par la suite l'un des plus éminents ingénieurs français du 19e siècle, construisait à Annonay en Savoie, avec la collaboration de ses quatre frères, une passerelle d'essai à caténaires de fils de fer d'une portée de 18 m. Cette construction n'était pas unique au monde à cette époque, bien que les frères Seguin n'aient probablement pas eu connaissance d'autres essais contemporains. En effet six ans plus tôt, Erskine Hazard et Josiah White, de Philadelphie, avaient conçu une passerelle à caténaires utilisant également des fils de



Première esquisse pour le pont Saint-Antoine par M. Seguin, 1822 (Archives d'Etat, Genève).

fer. Elle traversait le Schuylkill et avait une portée record de 124 m. La même année, un fabricant écossais, Richard Lee, avait réalisé le pont à haubans de Galashiels, d'une portée de 33 m. Tous ces ponts étaient en fait des prototypes que l'on avait développés pour des constructions provisoires. A la différence des autres, le pont provisoire d'Annonay devait toutefois constituer le point de départ du développement mondial des ponts suspendus à câbles de fer.

Marc Auguste Pictet, professeur et l'un des éditeurs de la revue scientifique et littéraire renommée, la « Bibliothèque Universelle » de Genève, entendit parler de cette expérience et se rendit immédiatement à Annonay pour étudier la petite passerelle. Il rentra à Genève fasciné par ce qu'il avait vu et fermement décidé de faire construire un pont semblable sur les fortifications de la ville.

A cette époque, la ville de Genève ne possédait que trois portes, celles de Rive et de Cornavin ainsi que la Porte Neuve. Le temps d'après-guerre fut témoin d'une grande expansion urbaine de la ville, qui dépassa les fortifications. Toutefois la loi du 19 juin 1822 empêchait leur démolition. Pictet vit dans le nouveau système de construction le moyen de faire ériger des passerelles bon marché pour piétons et de résoudre partiellement les problèmes pressants de circulation. De plus, ces ponts pouvaient être facilement démontés si la nécessité se présentait, par exemple en cas de guerre.

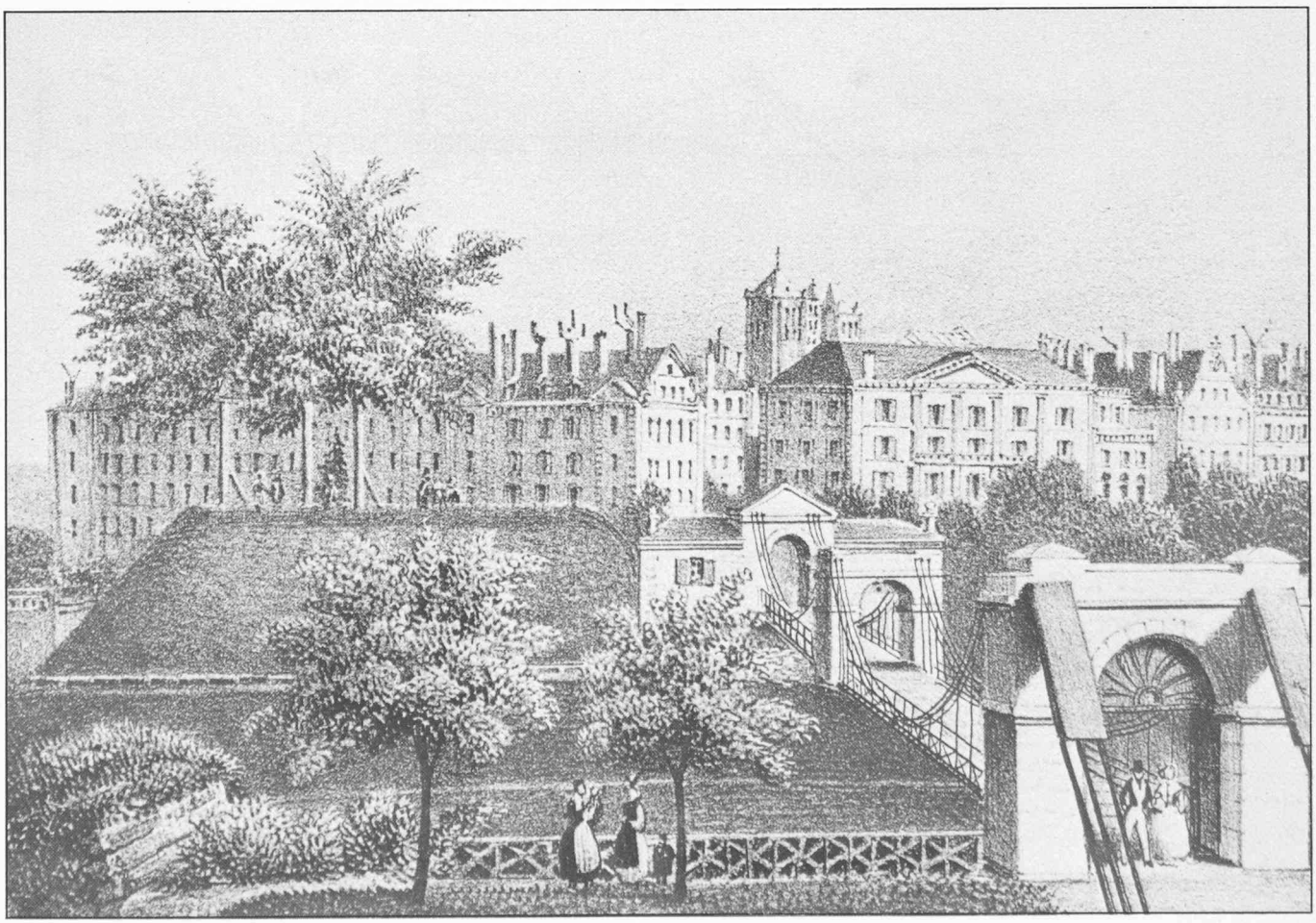
Une lettre fut envoyée à Marc Seguin dans laquelle on lui demandait son avis au sujet d'un pont pour piétons enjambant les fortifications de la ville. La réponse datée du 21 octobre 1822 contient un dessin, des calculs et un devis de ce qui devait devenir le premier pont suspendu permanent sur le continent européen et le premier pont suspendu permanent à câbles de fer dans le monde. Ce document inédit de 11 pages est un témoignage précieux de la position de l'ingénieur et de sa façon de penser. Il se trouve aux Archives d'Etat de Genève et démontre clairement « l'état de l'art » de l'ingénieur un an tout juste avant la parution de la première œuvre majeure de Navier sur la statique analytique. Cette lettre et les travaux qui la suivent décrivent *l'art* empirique de l'ingénieur au seuil de l'incorporation des moyens scientifiques dans la pensée de l'ingénieur et de l'évolution conséquente de la *science* du génie civil telle que nous la connaissons aujourd'hui.

Seguin fut invité à discuter son projet avec Guillaume-Henri Dufour, qui assumait officieusement la fonction d'Ingénieur cantonal — titre qui ne lui sera accordé que cinq ans plus tard. Au cours du mois de novembre, Dufour présenta à la société des actionnaires qui avait été promptement formée un projet basé sur la proposition qu'avait formulée Seguin.

Dufour avait acquis sa formation d'ingénieur à la nouvelle Ecole polytechnique de Paris, puis effectué deux ans de spécialisation à l'Ecole d'application de Metz. Bien que plus versé en mathématiques et en génie civil que l'autodidacte Seguin, il n'eut que peu à ajouter au manuscrit de celui-ci.

Mais avant de s'attaquer à une tâche aussi nouvelle et inconnue, Dufour entreprit une série d'essais pour déterminer la résistance à la traction du fil de fer. Il est aujourd'hui difficile d'imaginer les difficultés que présentait alors une telle entreprise. Karl von Sickingen avait publié quelques résultats en 1782, et l'on savait que des expériences avaient été faites auparavant par Musschenbroek en Hollande. Il n'y avait cependant que très peu d'informations valables et disponibles sur les propriétés du fil de fer. Les propriétés du matériau variaient de fabrique en fabrique. La qualité de la production n'était pas constante, le diamètre du fil pouvait varier entre deux lots et des défauts plus ou moins cachés faussaient souvent les résultats.

La situation était difficile, mais elle n'était pas inextricable. Les mathématiques avaient commencé à pénétrer dans le domaine du génie civil. L'Ecole des Ponts et Chaussées avait été fondée à Paris en 1747 et placée sous la direction



Le pont Saint-Antoine à Genève, par G.-H. Dufour. Gravure contemporaine.

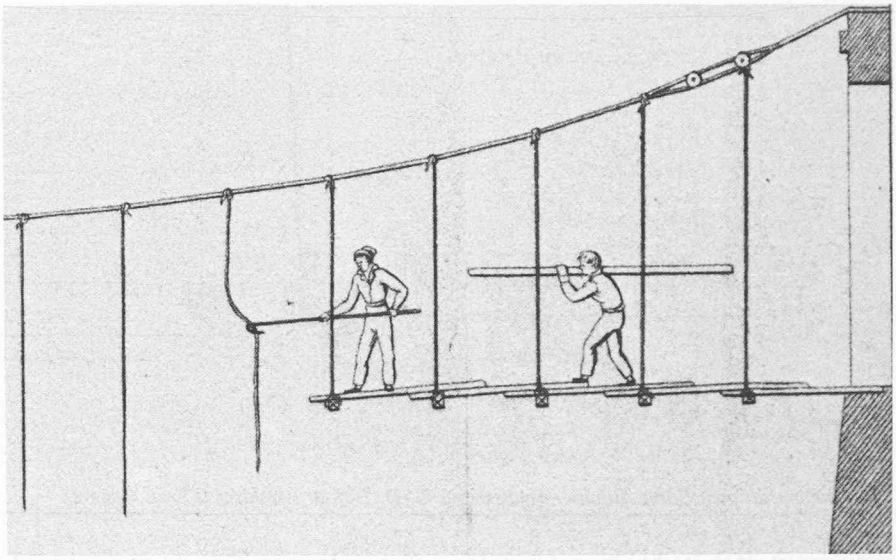
du Vaudois d'origine Jean Rodolphe Peronnet. Quant à l'Ecole polytechnique, qui devait recevoir sa structure définitive en 1802, elle était fortement influencée par Gaspard Monge, l'inventeur de la géométrie descriptive. La technologie des matériaux en était à ses débuts et le manque de données précises était aggravé par le fait que les poids et les mesures différaient souvent d'une ville à l'autre. Les expériences déjà faites ne présentaient guère de base commune permettant une comparaison: l'Anglais Peter Barlow rapportait ainsi en 1817 que les résultats des expériences de Thomas Telford sur le fer forgé tenaient compte de la friction développée par l'appareil d'essai tandis que celle de l'appareil utilisé par Samuel Brown réduisait la force mesurée.

Il ne faut donc pas s'étonner que Dufour — comme d'ailleurs Seguin aussi — ait procédé de son côté à des essais concernant la force des fils de fer. Il établit son atelier dans le bâtiment de la Machine Hydraulique et rédigea une communication scientifique qu'il lut déjà à la réunion de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève deux mois plus tard, le 20 février 1823.

La force des fils de fer examinés par Dufour variait considérablement en fonction du diamètre. Le plus mince résistait deux fois plus à la rupture que le fer forgé en barres: sa résistance était de 80 kg/mm^2. Les variations des résultats d'essais faits par Seguin et Dufour étaient de $\pm 2{,}5\%$. Ce résultat était bien plus satisfaisant que la dispersion de 12,5% rapportée par Navier au sujet des expériences de Marc Isambard Brunel à Londres. Des fils de fer d'un diamètre allant jusqu'à 5 mm résistaient à des tensions moyennes de 60 kg/mm^2, tandis qu'elles étaient de 40-45 kg/mm^2 pour le fer en barres jusqu'à 6 mm et de 20-30 kg/mm^2 pour celui de plus de 6 mm.

Au cours de ces expériences, Dufour réalisa qu'il fallait distinguer entre l'allongement apparent du fil dû au dégauchissement et l'extension véritable due à la tension. Il s'agissait là d'une observation de première importance pour les chantiers de construction et pour la fabrication des câbles capables de résister au même degré de tension dans tous les brins des faisceaux.

Le soin que Dufour mettait pour garantir la même tension dans tous les fils assurait le succès de ses câbles par rapport à ceux d'autres ingénieurs contemporains. Seguin, qui avait concentré ses essais sur d'autres particularités du fil de fer liées à la fatigue du métal observée dans des machines, n'avait pas prêté attention à ce point. Il avait observé que de petites augmentations de charge entraînaient de faibles augmentations de longueur et avait, d'une façon erronée, conclu qu'inversement, de petites différences dans la longueur des fils composant les câbles signifiaient de petites différences dans leurs tensions.



Construction du tablier du pont Saint-Antoine, 1823. Gravure tirée de la publication de Dufour de 1824.

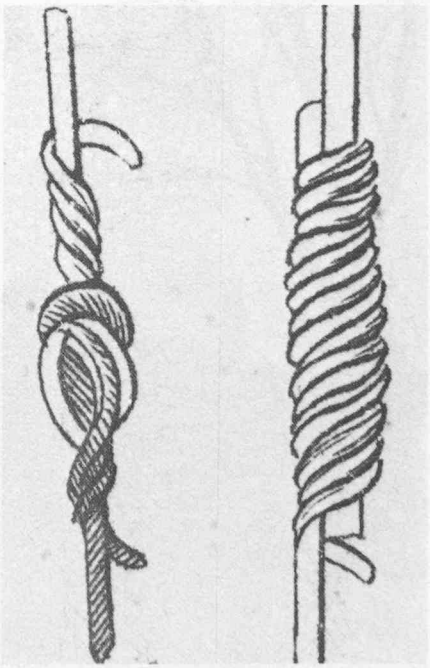
Les constructeurs suisses et français choisirent dès le début le fil de fer pour la construction des ponts suspendus tandis que les Anglais optèrent pour la chaîne en barres à œillets. La raison de ce choix était d'ordre économique, car le fer était relativement bon marché en Grande-Bretagne et beaucoup plus cher en France et en Suisse. D'autre part, la main-d'œuvre coûtait nettement moins cher sur le continent qu'en Grande-Bretagne.

En établissant le devis pour le projet du Runcorn Bridge en Angleterre, pour n'en citer qu'un exemple, Thomas Telford était arrivé en 1814 à la conclusion que la version à câbles de fer coûterait deux fois plus cher que celle à chaînes. Dufour et Seguin, pour leur part, mettaient avec raison tout en œuvre pour économiser le fer.

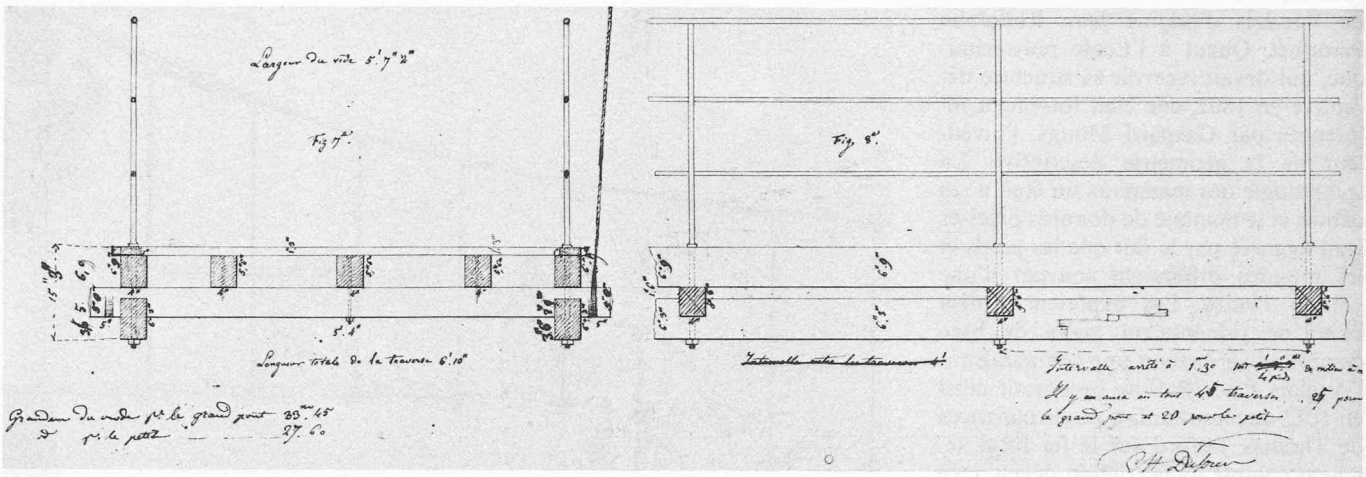
Sur la base des observations faites sur l'allongement apparent et réel des fils de fer sous tension, Dufour conclut qu'il fallait préalablement tendre les fils à l'aide d'un boulet de canon de 105 kg, puis les unir en câbles. De cette manière il pouvait garantir que chaque brin du câble supportait la même charge; il découvrit cependant que les câbles ainsi fabriqués avaient tendance à se tordre en spirale, ce qui l'amena à développer une méthode nouvelle pour confectionner les câbles de ses ponts suivants. Les câbles de Seguin, d'autre part, étaient simplement suspendus à la main entre deux poteaux fixés dans le sol à la distance voulue. Ils formaient ainsi des caténaires plus ou moins parallèles, qui n'étaient pas mises sous tension. Cette méthode fonctionnait bien pour les ouvrages des Seguin, qui étaient des constructeurs soigneux, mais elle provoquait souvent la chute de ponts suspendus exécutés par les mains de constructeurs moins scrupuleux.

Louis-Joseph Vicat, éminent technologiste des matériaux et constructeur lui-même d'un pont suspendu en 1829, suggéra en 1830 la première méthode de Dufour comme solution pratique au fâcheux problème de différences de tension dans les fils, sans cependant indiquer qui en était l'inventeur. Joseph Chaley, créateur du «Grand Pont Suspendu» à Fribourg en 1834, cita dans son rapport que cette méthode était une invention de Vicat. Dès lors le nom de Dufour disparut inexplicablement de la littérature technique concernant la manufacture des câbles préfabriqués.

Après avoir déterminé avec précision la méthode de manufacture de ses câbles, Dufour les expérimenta, dans une halle de fabrique, sur un modèle d'une portée de 12,6 m. Il s'en servit pour éprouver les attaches des câbles de suspension.



Les essais de Dufour pour les joints entre les fils. Gravure tirée de la publication de Dufour de 1824.



Construction du pont Saint-Antoine: esquisse par G.-H. Dufour (Archives d'Etat, Genève).

verticaux et pour étudier les moyens de stabiliser le tablier. Dufour examina chaque problème de stabilité indépendemment et ne traita pas systématiquement le problème dans son ensemble. Il esquissa plusieurs solutions pour différentes conditions spécifiques de charge: par exemple la construction rigide du revêtement du tablier, la fixation des solives dans les culées et un système d'amarres en petits câbles empêchant le tablier de fléchir. Ce fut cependant Seguin qui, l'année suivante, développa le premier système intégral en construisant la première poutre de stabilisation en treillis.

Au cours de ses expériences, Dufour nota que, contrairement au comportement de tous les systèmes de ponts traditionnels, la stabilité du pont suspendu augmentait avec la charge. Cette constatation fut confirmée par Navier une année plus tard. Ces observations permettaient de concevoir des ponts suspendus à grande portée sans stabilisation autre que celle qui dérivait du poids mort de la construction. Othmar Ammann fut le premier à réaliser une telle construction avec Leon Moisieff en 1931 à New York. Le George Washington Bridge fut, grâce à la réduction du poids mort, une construction relativement légère et la première du monde à avoir une portée dépassant 1000 m. Ce pont restait jusqu'à 1962 sans stabilisation, mais son succès conduisit directement à la fameuse chute du Tacoma Narrows Bridge, près de Seattle aux Etats-Unis en 1940. Dès lors les effets dynamiques de la charge occasionnée par le vent furent inclus dans les calculs des ponts.

La construction du premier pont suspendu à câbles de fer, le pont Saint-Antoine sur les fortifications de la ville de Genève, au bastion du Pin, commença au printemps et avança si rapidement qu'il fut ouvert au public le premier août 1823.

Le système comprenait deux travées de 42 m avec tabliers asymétriques, suspendus à six câbles de 90 fils de 2,1 mm de diamètre. Plusieurs câbles étaient nécessaires à cette époque, car leur grandeur était limitée pour des raisons de poids, vu qu'ils étaient préfabriqués. Chaque câble était fabriqué en cinq longueurs; deux sections de 36 m franchissaient le

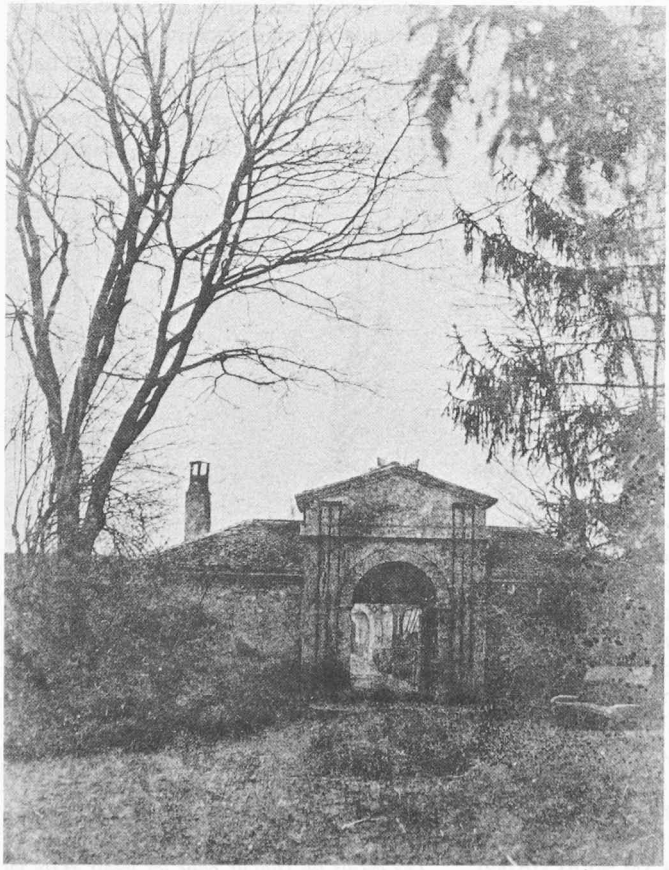
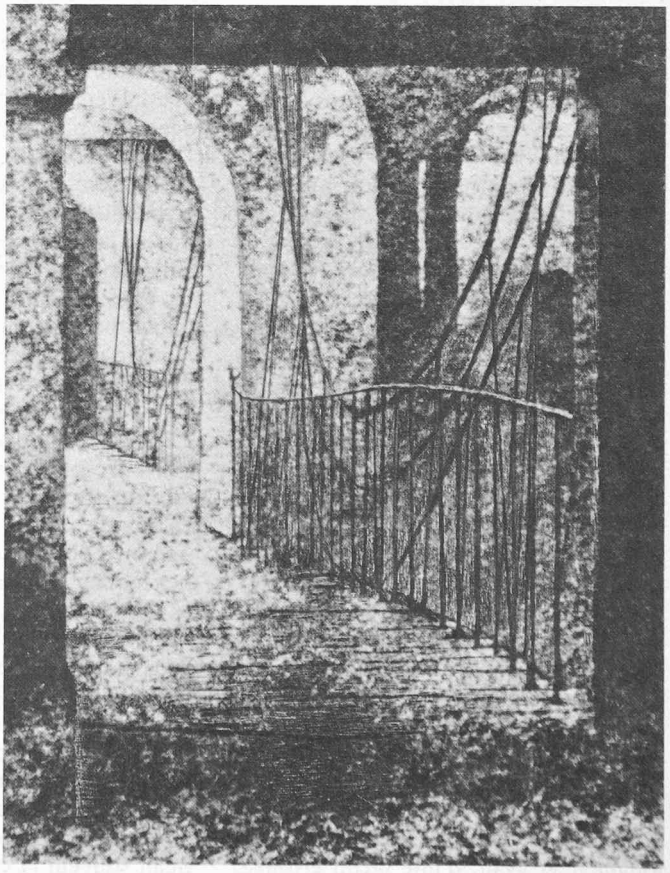


Photo du pont Saint-Antoine prise entre 1840 et 1860 (Musée du Vieux-Genève).

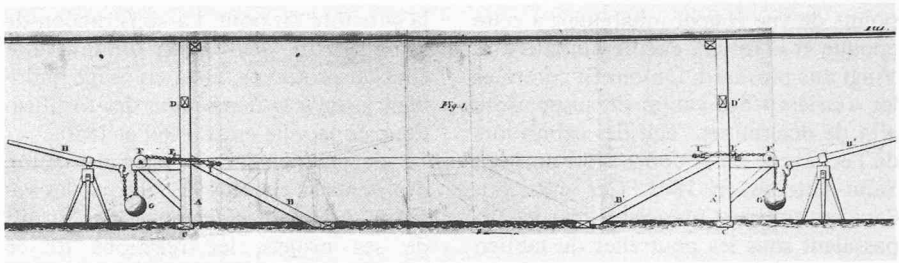


Détail de la photo ci-contre, retouchée par l'auteur.

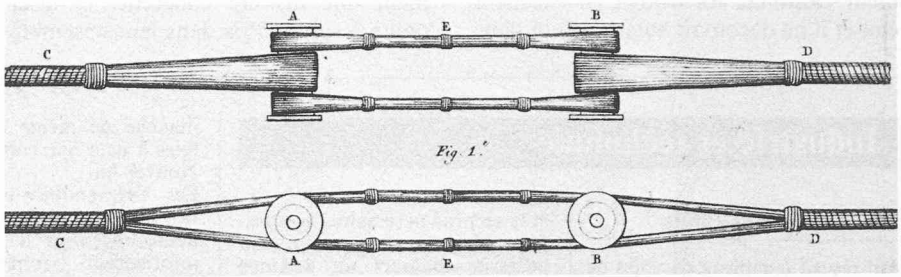
vide tandis que trois sections plus courtes passaient par-dessus les piliers. Cet arrangement devait faciliter leur remplacement éventuel. Plusieurs couches de vernis protégeaient les câbles contre les intempéries, et ils étaient ancrés à des barres de fer reliées à leurs bouts à 2 m du sol.

La liaison des sections de deux câbles s'effectuait au moyen d'un étrange système qui semblait être dérivé de celui développé par Telford et Brown pour la chaîne en barres à œillets. Les bouts des câbles étaient recourbés en forme de boucles par lesquelles passaient des cylindres en fonte. Les deux cylindres opposés, chacun muni de sa boucle, étaient reliés au moyen de deux «courroies» de fil de fer placées une de chaque côté du câble principal. La transposition du système d'articulation des chaînes, qui fonctionnait différemment dans le sens vertical et dans le sens horizontal dans un système qui doit fonctionner dans tous les sens, est inexplicable. Dufour était bien versé dans la visualisation de problèmes structuraux à trois dimensions et les raisons qui l'ont poussé à adopter cette solution dangereuse restent un mystère. Dufour n'y recourut cependant plus lors de la construction des ponts suivants. Au contraire, il développa un système d'accouplement ressemblant à des ancrages de câbles précontraints modernes.

Le système porteur du pont Saint-Antoine était composé de deux groupes de trois câbles; ceux-ci étaient disposés horizontalement sur les piliers avec un écartement de 20 cm, tandis qu'en travée ils étaient superposés et ramenés vers le tablier. A l'origine on recherchait, par cet arrangement oblique, une meilleure stabilité de la structure. Cependant Dufour indiqua plus tard qu'il voulait, à l'aide de ce procédé, reporter la charge sur le centre des piliers. La disposition oblique des câbles exigeait que leurs longueurs soient différentes. Ce système dit «à guirlandes» présentait un aspect excessivement compliqué



Confection des câbles porteurs pour le pont Saint-Antoine. Gravure tirée de la publication de Dufour, 1824.

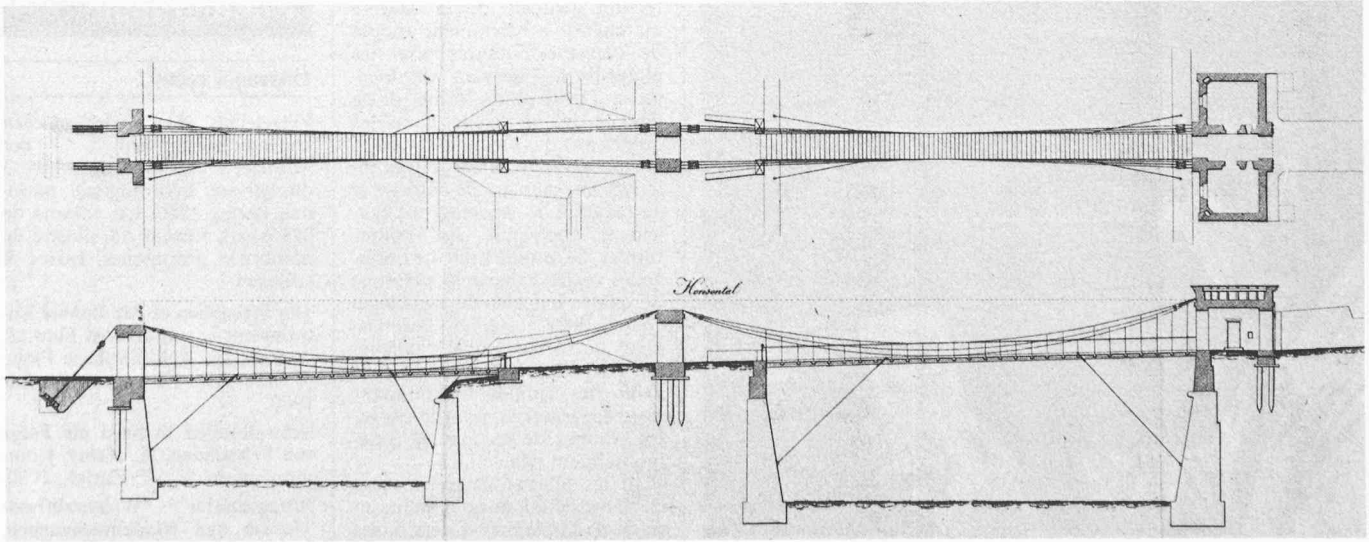


Système de liaison des câbles porteurs du pont Saint-Antoine. Gravure tirée de la publication de Dufour, 1824.

et Dufour l'abandonna par la suite. Il développa progressivement le système à câbles parallèles. Les différentes étapes ressortent clairement des manuscrits conservés aux Archives d'Etat à Genève. Pourtant, les constructeurs français continuèrent pendant plusieurs années encore à appliquer le système «à guirlandes», malgré tous ses inconvénients: les différentes longueurs, les différents taux d'expansion thermique, la géométrie compliquée et les détails complexes.

Il est tout à fait possible, mais nous ne pouvons pas le prouver, que le système à cables parallèles dérive directement des ponts projetés par Dufour entre 1823 et 1825. En 1824, Seguin développa aussi un système utilisant les câbles parallèles, qu'il abandonna par la suite, et sans que l'on sache pourquoi, au profit du vieux système de câbles «à guirlandes». L'adoption définitive de ce système date du «Grand Pont Suspendu» de Fribourg projeté par Chaley et terminé en 1834. Dans le rapport publié dans les Annales des ponts et chaussées en 1835, Chaley ne nous donne pas de raisons pour son arrangement parallèle des câbles. Quoi qu'il en soit, Dufour était à cette époque à l'avant-garde des développements.

Les câbles de suspension du pont Saint-Antoine étaient confectionnés en fils de fer simplement accrochés aux câbles porteurs; ils étaient fixés à l'aide de fils de fer recuits de plus petit diamètre, ce qui les rendait plus souples. Les poutrelles du tablier reposaient dans des boucles en forme d'étriers fixées aux bouts des câbles de suspension. Pour les ponts suivants, Dufour exécuta des tiges de suspension verticales en fer forgé, afin qu'elles soient plus solides et restent droites même si le tablier se bombait sous l'effet d'une charge asymétrique. Ce développement était non seulement dicté par un point de vue esthétique mais aussi en considération de la psychologie de l'utilisateur du pont. Ces



Le pont Saint-Antoine. Gravure tirée d'une publication contemporaine.

points de vue étaient inhabituels à cette époque et le restent encore aujourd'hui. Vingt ans plus tard, Dufour fit contrôler les «étriers» des câbles de suspension, afin de déterminer l'état des câbles lors de l'échéance de la concession du pont Saint-Antoine en 1843. Ces «étriers» l'avaient toujours préoccupé, car les fils passaient sous les poutrelles du tablier, ce qui ne permettait pas un contrôle rigoureux. Contrairement à ses craintes, Dufour, écrivant en sa fonction d'Ingénieur cantonal, les trouva en excellent état et il ne découvrit aucun défaut dans la structure du pont. La construction de pionnier du pont Saint-Antoine, qui était un prototype, resta en usage quotidien jusqu'à la démolition des fortifications de la ville entre 1860 et 1870.

Le développement de la construction des ponts suspendus de Dufour, les variations dans la conception des détails de ses projets, les réactions de ce constructeur habile aux conceptions françaises ainsi que les réactions de ses collègues aux siennes, tous ces faits forment une histoire cohérente et fascinante à suivre. Pris dans leur ensemble, ces faits démontrent clairement l'évolution du génie civil moderne et celle du pont à câbles de fer qui devait détenir le record mondial de portée, à l'exception d'une brève période, de la construction du Grand Pont de Fribourg en 1834 jusqu'à nos jours.

Adresse de l'auteur:
Tom F. Peters, Dr ès sc. techn.
Institut d'Histoire EPFZ
8092 Zurich

Industrie et technique

Onde verte sans câbles

Un réseau complexe de voies de circulation et de carrefours contrôlés par des signaux lumineux ne se conçoit pas aujourd'hui sans une coordination permettant de réduire les nuisances et perturbations de tout genre de l'écoulement du trafic. La tendance actuelle penche toujours vers des systèmes centralisés de supervision de l'ensemble et de commande à distance des carrefours avec ou sans modification locale des temps verts. La pose d'un important réseau de câbles reliant la centrale aux carrefours est donc encore nécessaire quel que soit le mode de commande choisi.

Dans le cas d'un réseau ouvert comprenant une chaîne de carrefours dont on peut cerner facilement les variations de charge journalière du trafic, la commande centralisée ne se justifie plus comme absolument nécessaire. La commutation à heures prédéterminées des programmes, la répartition locale des temps verts et la synchronisation du ou des courants principaux de circulation sont les trois critères qui permettront d'assurer le confort et la sécurité nécessaires aux usagers. Mais une telle régulation nécessite toujours un échange d'informations entre les différentes armoires de commande aux carrefours. Pour éviter la pose d'un câble, toujours très coûteuse, Siemens-Albis vient de réaliser pour la première fois un nouveau type d'installation.

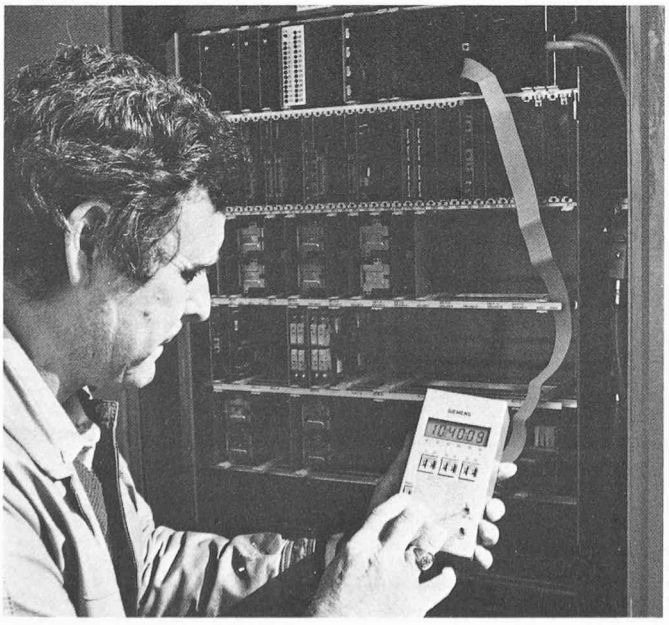
Une horloge raccordée par radio à un émetteur horaire synchronise un certain nombre de carrefours dans la région genevoise. Chaque seconde cet émetteur fournit une impulsion mais de plus, chaque minute, un télégramme est émis comprenant toutes les informations relatives à la minute, à l'heure, au jour de la semaine, à la date, au mois et à l'année en cours.

L'horloge consiste en un module enfichable comprenant un microprocesseur et un récepteur ondes longues raccordé sur une antenne ferrite. Installée dans l'armoire de carrefour, elle assure la commutation des programmes à des heures prédéterminées de même qu'elle fournit les impulsions de synchronisation. Les horaires des commutations peuvent être différents la semaine, le samedi et le dimanche de même que lors de fêtes à date fixe comme Noël et Nouvel-An.

Les télégrammes comprennent des bits de parité permettant au microprocesseur d'écarter toute information erronée. Il suffit d'un télégramme correct de temps à autre pour assurer le fonctionnement de l'installation. En cas de panne de l'émetteur, l'horloge a son propre générateur à quartz capable d'assurer l'intérim.

A l'enclenchement de l'armoire et au premier télégramme correct reçu, le microprocesseur va chercher en mémoire l'heure de la dernière commutation de programmes et calcule aussitôt le nombre de cycles écoulés. Il fournit alors, en même temps que l'information concernant le programme en cours, le top de synchronisation à la seconde exacte et l'ordre d'enclenchement des feux.

L'appareillage étant peu coûteux et sûr, il n'y a donc plus lieu de renoncer à la synchronisation de chaînes de carrefours pour des raisons de coût des câbles de liaison.



Programmation à distance de l'onde verte.

Conditions de sécurité plus strictes sur les plates-formes en mer du Nord

Les autorités norvégiennes vont imposer des règles de sécurité plus strictes sur toutes les plates-formes en mer du Nord. La Direction générale de la Marine marchande a récemment adopté de nouvelles mesures pour les plates-formes servant de logement. Trente plates-formes de ce type seront construites dans les quatre ans qui viennent.

Un paragraphe sur les règles relatives aux signaux de détresse et au matériel de sauvetage est également applicable aux plates-formes de production. Les nouvelles règles exigent la présence de quatre bateaux de sauvetage, contre deux jusqu'ici. Les passages de secours, ainsi d'ailleurs que les postes de travail, devront avoir des lampes fonctionnant avec des batteries, pour le cas où les groupes de secours ne fonctionneraient pas.

Pour les plates-formes en cours de construction et pour celles au stade de la planche à dessin, ces règles entrent en vigueur immédiatement. Pour les 30 plates-formes servant actuellement de logement, des plans devront être présentés pour les adapter aux nouvelles règles d'ici le 1er juillet 1982. Les transformations seront effectuées lorsque la certification sera réalisée, selon les règles tous les ans ou tous les quatre ans, annonce la Direction de la Marine marchande. D'ici quatre ans, toutes les plates-formes de ce genre certifiées en Norvège devront satisfaire aux nouvelles règles.

Les conditions exigées des plates-formes en ce qui concerne la stabilité sont beaucoup plus sévères. Les nouvelles règles prévoient qu'une plate-forme logement devra pouvoir supporter la perte d'un pilier ou une perte équivalente de flottaison, sans se renverser. Ce peut être obtenu en introduisant des corps de flottaison dans la superstructure et le pont. Si la plate-forme prend de la gîte elle devra pouvoir supporter un angle de 35°, contre seulement 22,5° jusqu'ici. Les règles supposent également que les groupes de secours doivent fonctionner même si la gîte est de 35°. La catastrophe de la plate-forme «Alexander Kielland» a rendu évident le besoin d'introduire des règles plus strictes en ce qui concerne stabilité et flottaison.

(Information rédigée avant la récente catastrophe en Atlantique Nord. Réd.)

Bibliographie

Ouvrages reçus

Verzeichnis der hydrologischen Untersuchungsgebiete der Schweiz, Communication N° 2 du Service hydrologique national, Berne, 1980. Un volume de 294 pages, format A4, illustré de nombreux graphiques, cartes et tableaux.

The Mecanism of Air Bubble Entrainment in self-aerated Flow, *P. Volkart*, Int. J. Multiphase Flow, *6*, 411-423, Pergamon-Elsevier 1980.

Schwallwellen in Seen als Folge von Felsstürzen, *A. Huber*, Communication N° 47, Zurich, 1980.

Intraglazialer Wasserabfluss: Theorie und Modellrechnungen, *U. Spring*, Communication N° 48, Zurich, 1980.