Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 124 (1998)
Heft: 23

Artikel: Quelques projets de diplôme en génie civil à l'EPFL
Autor: Badoux, Marc
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-79412

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: 08.07.2025

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

Quelques projets de diplôme en génie civil à l'EPFL

Par Marc Badoux, professeur
et
David Benouaich, ISS/IBAP
EPFL
1015 Lausanne

Chaque année, une cinquantaine d'étudiants en génie civil obtiennent leur diplôme à l'EPFL. Les examens de diplôme consistent en une session d'examens théoriques suivie d'un travail pratique, le « projet de diplôme », par lequel l'étudiant démontre sa capacité à synthétiser et à appliquer les connaissances acquises pendant ses études. Le projet se déroule sur quatre mois et demi pendant lesquels le diplômant est normalement encadré par un tandem composé d'un assistant de construction (ingénieur de la pratique) et d'un assistant de l'EPFL. La contribution active des assistants de construction est une particularité du travail de diplôme en génie civil de l'EPFL.

Dans cet article, quatre ponts développés dans le cadre du projet de diplôme sont présentés à titre d'exemple. Il s'agit de travaux d'étudiants qui ont choisi d'inscrire leur projet auprès de la chaire de béton armé et précontraint (prof. R. Favre) de l'Institut de statique et structure du département de génie civil. Les projets de Mlle F. Salamé (projet récompensé par le prix Zschokke), de MM. P. Schertenleib et de J.-L. Zanella ont été conduits pendant le semestre d'hiver 1997-1998, celui de M. D. Benouaich une année auparavant.

Dans le cas des projets de ponts, l'objet du travail est en général une conception « réelle » dans un site que l'étudiant peut visiter. Le travail débute par une longue phase d'étude de variantes durant laquelle l'étudiant est poussé à explorer un grand nombre de solutions. Les variantes prédimensionnées sont évaluées selon des critères classiques: esthétique et intégration au site, conception structurale et construction, coût, maintenance et durabilité, impact sur l'environnement. Pour la variante sélectionnée, la phase de dimensionnement se concentre sur les problèmes principaux, tels que le choix de la précontrainte, les vérifications selon les normes SIA, la méthode de construction, les systèmes de stabilisation longitudinal et transversal, et la spécification des matériaux et de leurs propriétés. Une phase d'étude particulière permet d'approfondir le projet en regard d'un problème porteur d'un intérêt spécifique. A la fin du travail, le diplômant est appelé à défendre son projet devant un jury d'examen et à le présenter publiquement dans le cadre d'une exposition. La préparation d'une maquette et de posters « grand public » est encouragée et s'avère toujours fructueuse.

Projet P. Schertenleib

Le pont du Dar s'inscrit dans le cadre du prolongement projeté de la ligne ferroviaire à voie étroite de l'ASD (Aigle – Sépey – Diablerets) jusqu'à Gstaad afin de la relier au MOB (Montreux – Oberland Bernois). Le tracé prévu dans le projet actuel requiert le franchissement du torrent du Dar par un pont de 280 m de longueur et d'une hauteur de plus de 50 m. Des conditions géologiques défavorables par endroits, ainsi qu'un accès difficile et la présence de couloirs d'avalanches constituent les principales contraintes de ce projet. L'étroitesse de la section transversale a également influencé fortement la conception des variantes proposées.

Les quatre principales variantes étudiées sont illustrées à la figure 1. La première est un pont poutre à inertie variable avec une portée principale de 82 m (fig. 1a). Les travées centrales sont construites en encorbellement avec des voussoirs coulés sur place et les travées de rive sont exécutées sur cintres.

Pour la variante haubanée (fig. 1b), le choix s'est porté sur un pont à quatre mâts. L'inclinaison des haubans a été fixée à 30° afin de limiter la hauteur des mâts au-dessus de la voie à une vingtaine de mètres. Le tablier est supporté par une nappe de haubans unique pour favoriser la transparence de l'ouvrage. Il a été dimensionné pour reprendre les importantes sollicitations à la torsion qui découlent du choix d'une nappe unique. La section transversale asymétrique est composée d'une poutre maîtresse pleine dans laquelle sont ancrés les haubans, et d'un porte-à-faux portant la voie ferrée. Ce porte-à-faux consiste en une dalle en béton armé appuyée sur des béquilles métalliques.

Dans la variante en construction mixte, le but est d'alléger la structure en utilisant un système porteur ouvert de hauteur constante (fig. 1c). Le treillis métallique tubulaire a une section en V, sauf en zone d'appui où le tube longitudinal inférieur se dédouble afin d'assurer la stabilité latérale du tablier.

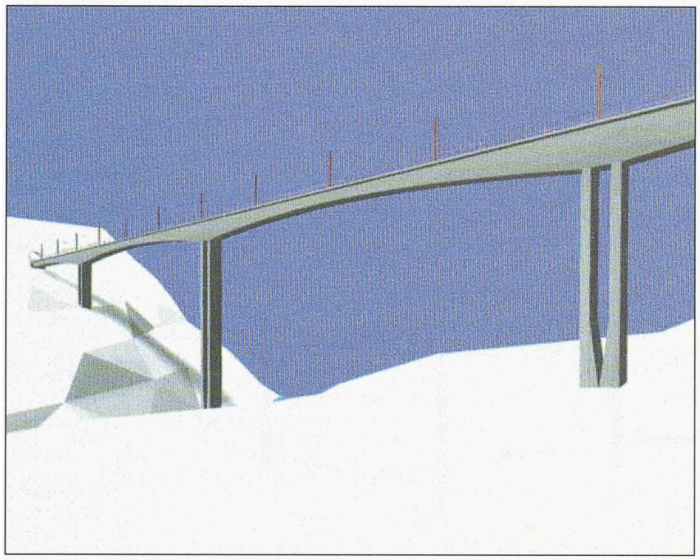
La quatrième variante (fig. 1d) est un pont arc avec un tablier en auge de hauteur constante. L'arc a une ouverture de 140 m pour une flèche de 28 m. Il est constitué de deux poutres pleines entretoisées construites par encorbellement. Des sondages géotechniques seraient nécessaires pour confirmer la qualité du terrain dans les zones d'appui de l'arc.

C'est la variante pont arc qui a été sélectionnée pour la phase de dimensionnement. Ce choix découle du fait que sur la partie existante de la ligne, construite au début du siècle et située en amont du projet, les principales brèches sont franchies par deux superbes ponts en arc. En plus de ses qualités intrinsèques, notamment au niveau de l'intégration au site, le pont arc présente donc l'avantage d'offrir un écho moderne à deux ouvrages emblématiques de la ligne et d'en renforcer la cohérence structurale sur la longueur de la vallée des Ormonts.

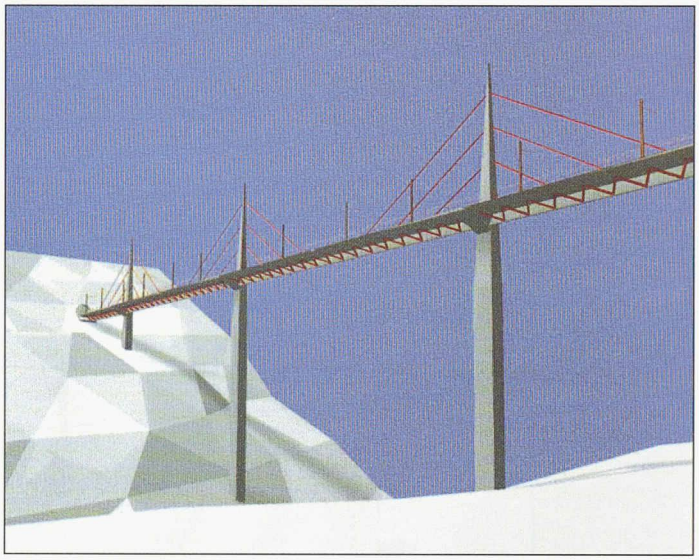
Projet F. Salamé

A la suite du pont du Dar, on trouve, sur le tracé du projet de prolongement de la ligne de chemin de fer ASD, le pont de Retaud, qui doit permettre le franchissement à faible hauteur d'une dépression située en contrebas du col du Pillon. Ce pont droit de

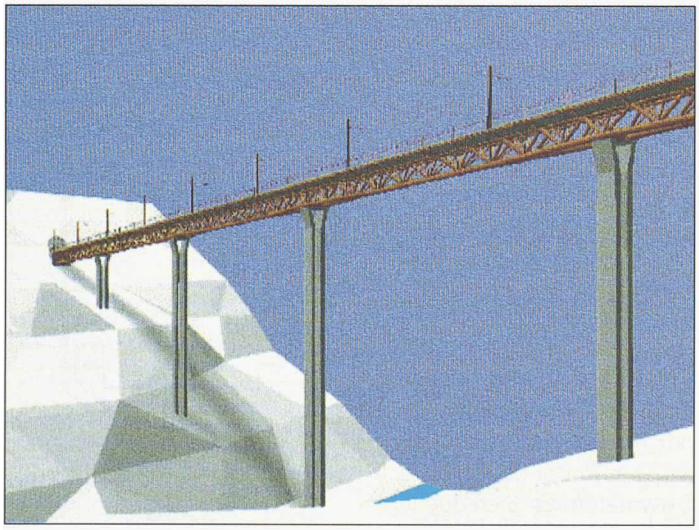
Fig. 1 – Etudes de variantes pour le pont du Dar :



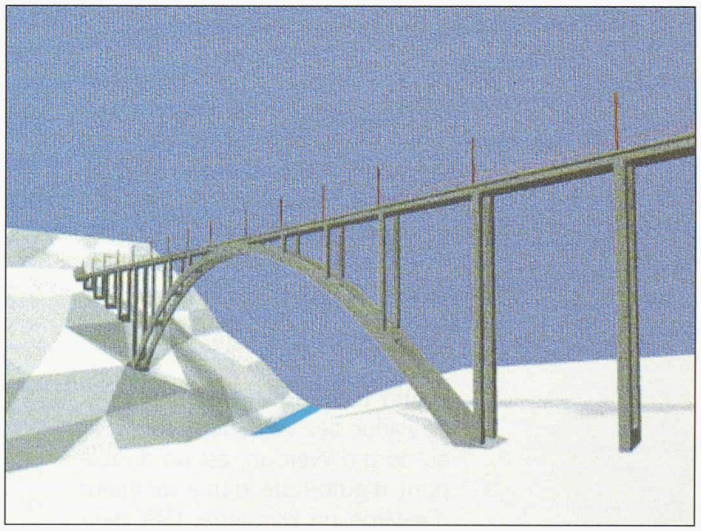
a) pont poutre à inertie variable



b) pont haubané



c) pont mixte à treillis spatial tubulaire



d) pont arc

200 m de longueur a une pente longitudinale d'environ 6 %. La variante retenue pour le projet final est un pont en béton précontraint à six travées construit par poussage cadencé (fig. 2 et 3).

La principale originalité du projet réside dans le choix d'une section en T adaptée aux charges essentiellement centrées d'un pont ferroviaire à voie unique. Pendant le poussage, le tablier en T est appuyé à chaque pile sur un appui unique. Il a donc l'avantage, par rapport à un caisson poussé sur des paires d'appuis, de ne pas être sujet à des distorsions latérales dues aux imprécisions de position des appuis. Des béquilles métalliques rigidifient la section à la torsion, et à l'état final un appui à la torsion est prévu sur deux piles de section allongée.

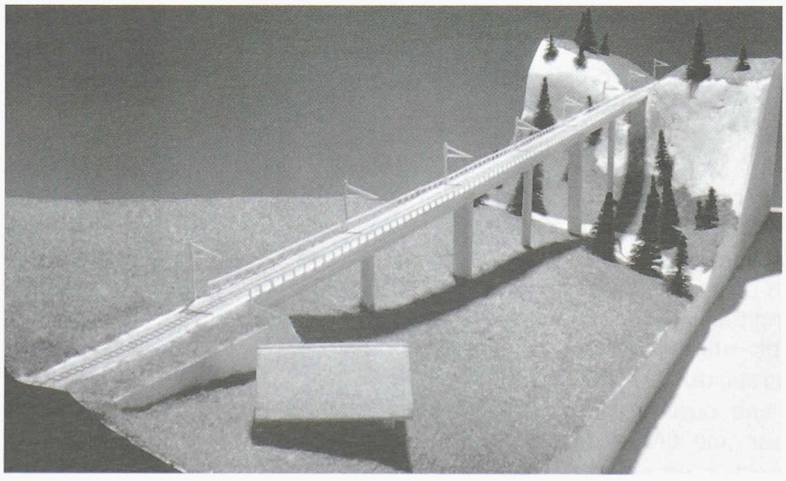


Fig. 2 – Projet de pont poussé pour le pont de Retaud

Les phases de construction sont particulièrement importantes dans le dimensionnement d'un tel ouvrage. Le poussage est prévu avec un avant-bec métallique, mais sans piles provisoires. Afin de ne pas surdimensionner les piles et les fondations, les deux plus hautes piles sont haubanées pendant le poussage. La précontrainte centrée de poussage a été dimensionnée pour que les sections restent comprimées pendant toutes les phases

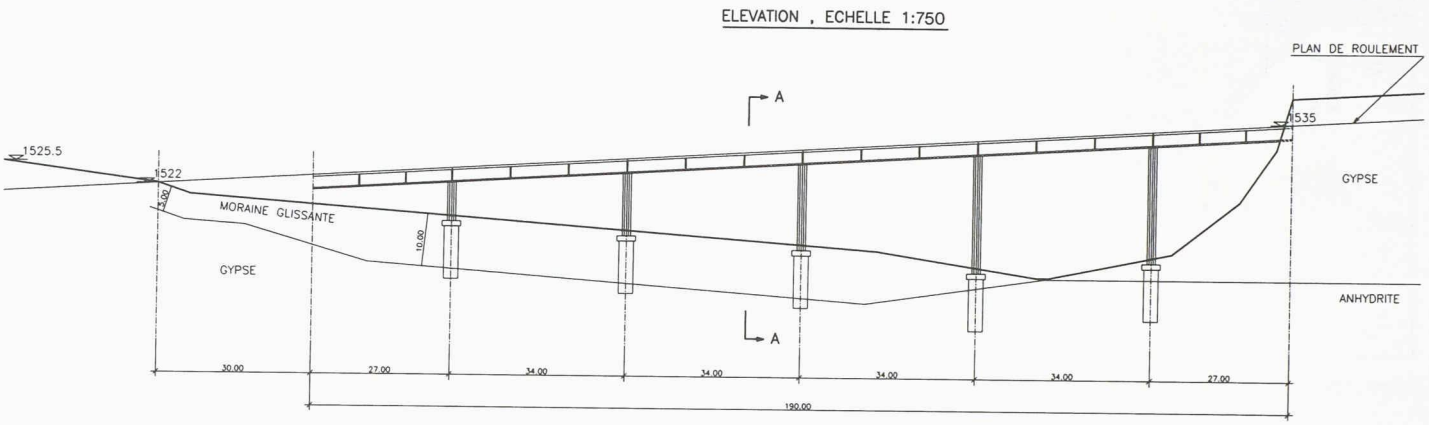


Fig. 3 – Elévation et coupe transversale du projet de pont poussé pour le pont de Retaud

de poussage sous les charges permanentes et une charge de chantier nominale. La précontrainte de poussage est complétée par une précontrainte de continuité parabolique. Le pont étant poussé à la descente, le système de poussage inclut des vérins de poussage et un système de câbles de retenue.

Projet D. Benouaich

Le viaduc des Vaux, situé sur la N1 au nord d'Yverdon, est un double pont d'autoroute d'une longueur d'environ un kilomètre. L'élément déterminant pour la conception générale de l'ouvrage est le franchissement du vallon des Vaux à une hauteur de 100 m. L'étude de variantes a notamment inclus le prédimensionnement d'un pont poutre conçu pour être construit en encorbellement avec du béton à haute résistance. La variante retenue pour le projet final est un pont arc illustré à la figure 4. Le pont arc s'adapte bien à la topographie escarpée du vallon et aux conditions géologiques marquées par la présence de zones fracturées dans la partie basse du vallon, et de molasse de bonne qualité dans les zones d'appui de l'arc.

Le tablier est un caisson en béton précontraint longitudinalement et transversalement afin d'assurer une bonne durabilité. L'arc en béton armé a une ouverture de 240 mètres pour une flèche de 40 mètres. Sa section en caisson s'élargit progressivement vers les appuis afin de garantir la stabilité de l'ouvrage. En phase de construction, la stabilisation de l'arc nécessite la mise en œuvre d'un système de haubanage transversal. En stade définitif, l'action latérale du vent est déterminante pour le dimensionnement de l'arc et a conduit à un pourcentage d'armature important dans les sections d'encastrement. Les calculs statiques ont montré que l'arc reste comprimé sous l'effet des charges de trafic asymétriques. Bien que la méthode de construction par encorbellement permette de limiter les effets du retrait, un risque de fissuration apparaît aux encastrements sous l'effet d'une diminution de température.

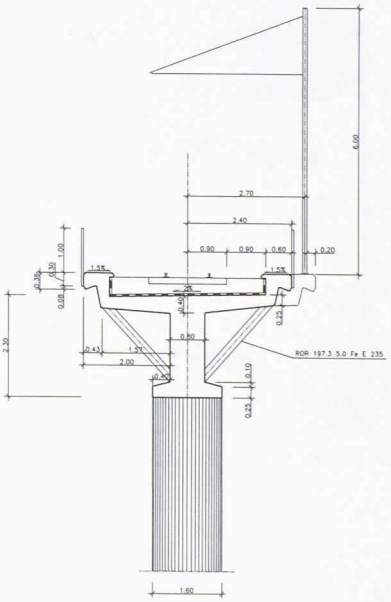
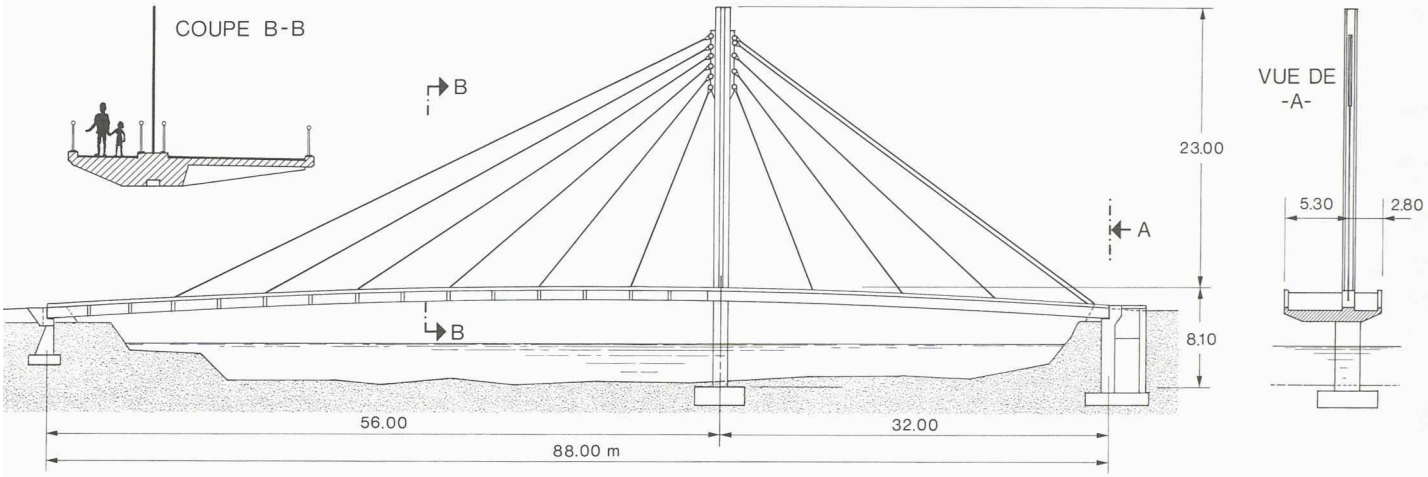


Fig. 4 – Projet de pont arc pour le viaduc des Vaux



Projet J.-L. Zanella

La passerelle illustrée à la figure 5 permet de franchir l'Arve à Genève, à la hauteur de l'avenue Sainte Clotilde. Le profil en travers comprend une piste pour le cheminement des piétons et une chaussée pour la circulation unidirectionnelle de véhicules de police. Il n'y a pas de restriction pour l'implantation de piles dans la rivière, et les conditions géotechniques sont bonnes.

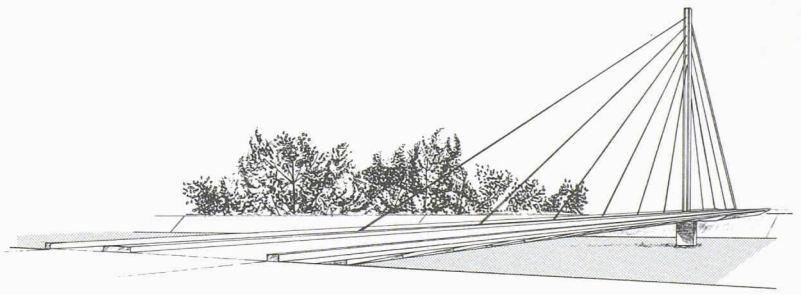


Fig. 5 – Projet de passerelle haubanée à Genève

L'étude de variantes a abouti à la sélection d'une passerelle haubanée qui a notamment été jugée préférable à une variante en poutre à section en T et à une variante avec un tablier léger suspendu à deux grands arcs liés à la clé. Le choix d'une nappe de haubans unique donne à la structure un caractère léger et transparent et permet de créer une séparation physique des trafics piétonnier et automobile. En élévation, la position asymétrique du mât a été choisie principalement pour des raisons esthétiques. Ce choix impose l'utilisation de deux haubans de retenue et a mené à l'utilisation d'une section différente de part et d'autre du mât. Dans la partie arrière, la section asymétrique en aile d'avion est pleine, alors qu'elle est allégée par l'utilisation d'une dalle nervurée sous la voie de circulation automobile dans la partie avant qui est plus longue et plus chargée.

Le mât métallique de section octogonale est encastré dans une pile allongée fondée dans le lit de la rivière. Le tablier est tenu à la torsion aux culées et à la pile intermédiaire. Les calculs ont permis de vérifier que le comportement dynamique de la passerelle projetée sous l'action du vent et du trafic piétonnier ne devrait pas être problématique. Le tablier est réalisé en béton B45/35 sur cintres fixes reposant sur des piles provisoires. La travée arrière est bétonnée la première, le mât est ensuite mis en place à l'aide d'un camion grue avant le bétonnage de la travée avant. Les haubans sont des câbles clos de diamètre relativement faible afin de simplifier les détails d'assemblages.

Remerciements

L'IBAP remercie les personnes suivantes pour leur contribution à la préparation ou à l'accompagnement des projets de diplôme présentés ci-dessus: MM. O. Français, du bureau Karakas & Français SA à Lausanne, E. Garin du bureau Daniel Willi SA à Vevey, J.-F. Klein du bureau Tremblet SA à Genève, A. Oribasi du bureau Dauner Ingénieurs Conseils SA à Aigle, R. Leutwyler du Département des travaux publics de la République et canton de Genève, et P. von Meiss, prof. au Département d'architecture de l'EPFL.