ENAC / PROJET DE MASTER 2021-2022
SECTION DE GÉNIE CIVIL

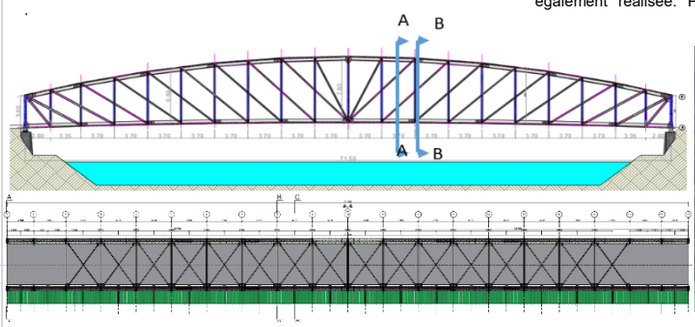
Pont routier en acier riveté: examen et projet d'intervention

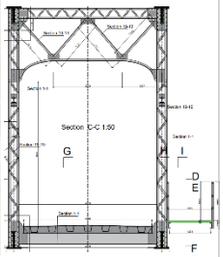
Auteur : Marouane Berrada

Encadrement : Prof. Eugen Brühwiler [1] / Dr. Numa Bertola [1]

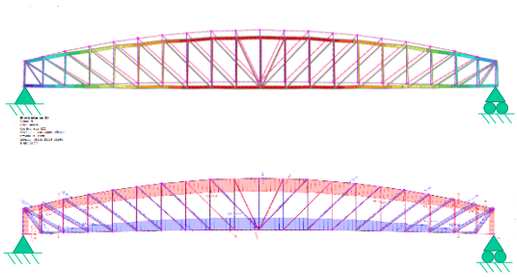
[1] Laboratoire de Maintenance, construction et sécurité des ouvrages (MCS) EPFL

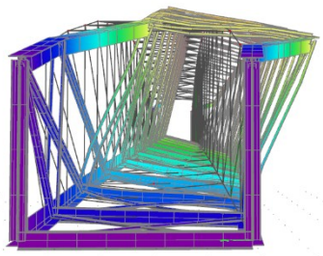
Abstract: Construit en 1905, le pont « à la Porte du Scex » traverse le Rhône et se situe à la frontière entre le canton de Vaud et le canton du Valais, à 7km de l'embouchure du fleuve dans le lac léman. Le pont est constitué d'une structure en treillis métallique riveté de 71 mètres de long reposant sur deux culées en béton. L'objectif de ce rapport est d'évaluer la sécurité structurale et la résistance à la fatigue due aux charges de trafic actualisés conformément aux normes SIA. La structure est examinée à l'aide des méthodes prévues par la norme suisse, ce qui permettrait d'évaluer, d'étudier et finalement de s'assurer par calculs que la sécurité structurale du pont est vérifié. Ce document décrit les différentes approches et procédures utilisées pour évaluer l'intégrité de la structure et seuls les résultats les plus significatifs sont présentés. Une étude des variantes possibles pour la construction d'une passerelle de 3,00 m de large pour le passage des vélos et des piétons est également réalisée. Pour conclure, un plan d'intervention visant à restaurer la structure est proposé.
Le pont métallique riveté à la Porte du Scex est en service depuis 117 ans. Aujourd'hui, l'ouvrage commence à montrer des signes d'usure. Le présent projet a pour objectif d'évaluer l'état du pont et de s'assurer qu'il puisse continuer à remplir sa fonction sous les charges de trafic actualisées.

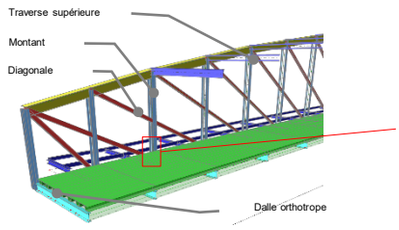


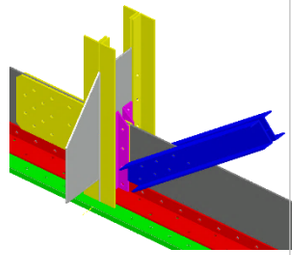


Vérification structurelle: L'objectif du document est donc de synthétiser le processus de travail qui a permis d'évaluer l'état du pont. Dans une première partie, une étude sur l'histoire du pont a été menée afin de comprendre si des modifications ont été apportées à la conception originale. Ensuite, une inspection visuelle du pont ainsi qu'une vérification de la structure par calculs ont été effectués. A la demande du maître d'ouvrage, un projet d'étude de variantes a été réalisé pour la construction d'une passerelle intégrée au pont. Enfin, un plan d'intervention pour la réalisation des travaux est proposé.
Dans le sens longitudinal, les éléments principaux sont les deux poutres en treillis à section variable constitué d'un système d'intersection des montants avec les diagonales. Les treillis ont été conçues comme simples poutres de 71,5 m de long, espacés de 5,90 m transversalement et d'une hauteur maximale de 7,50 m. Chaque poutre est reliée à deux supports, l'un fixe et l'autre mobile dans le sens longitudinal (Figure 3). La largeur de la voie du pont est de 4,30 m et est suffisante pour permettre le passage d'un seul véhicule à la fois, dans les deux sens.
Le système des montants et diagonales des treillis est particulière. Il est formé en réalité d'un doubles système de montants et de diagonales qui en cas de défaillance de l'un des deux éléments permet une redistribution des efforts. Un tel système redondant a notamment permis d'éviter le pire lors d'un accident de véhicule survenu en 1960, qui a détruit l'un des montants sans entraîner l'effondrement du pont.
Dans le ses transversal, les deux treillis sont reliées par des traverses de 4,90 m disposées tous les 3,70 mètres. Les traverses inférieures sont des profilés laminés , tandis que les traverses supérieures sont des treillis. Les traverses inférieures permettent de supporter le poids de la dalle orthotrope de 73 mètres de long modélisée comme une poutre à appuis multiples. La vérification de la sécurité structurale et la vérification de la fatigue pour les charges requises par la norme suisse pour les ponts existants sont satisfaites. Par conséquent, la limitation visant à interdire aux véhicules de plus de 18 tonnes de traverser le pont peut être supprimée.

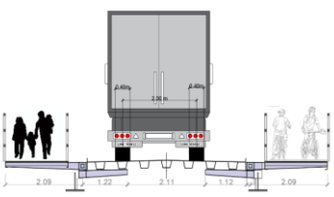


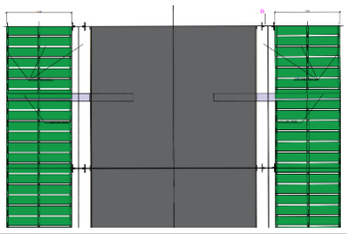


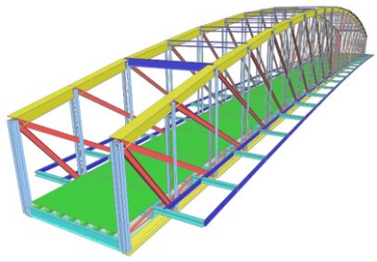


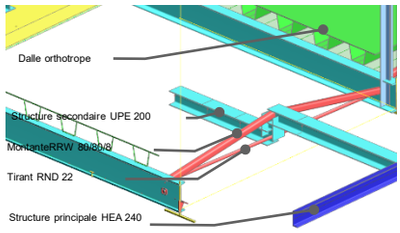


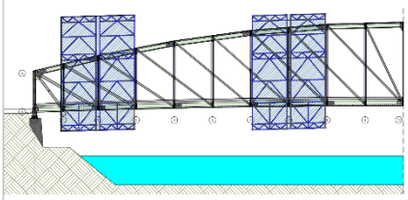
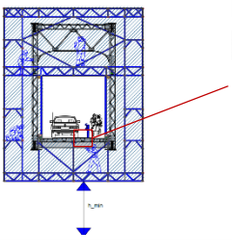
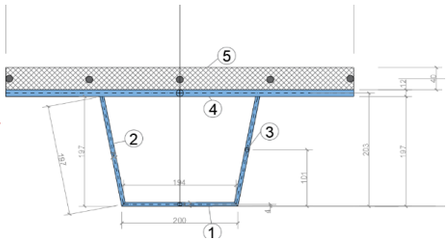
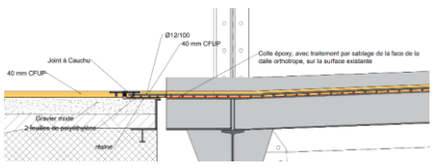
Passerelle: Les exigences pour la passerelle est qu'elle permette le passage des personnes et des vélos et qu'elle ait une largeur totale de 3,00m
D'après les résultats de la vérification de la résistance de la structure principale du pont, il a été constaté que les treillis latéraux du pont ne sont exploités qu'à 70%. Ces données sur l'exploitation des poutres laissent penser que nous disposons d'une réserve de résistance de 30% pour créer une passerelle intégrée au pont.
Les variantes possibles doivent tenir compte du fait qu'il n'est pas possible d'utiliser le même système constructif que la passerelle existante car la possibilité d'élargir la passerelle existante est dictée par la résistance de la dalle orthotrope. En effet, la dalle est exploitée à 90%, et donc il n'y a pas de marge d'exploitation, sachant que pour une poutre en porte-à-faux le moment généré est au carré, c'est-à-dire qu'au doublement de la longueur le moment est multiplié par 4.
La variante repose sur le principe de la création d'une passerelle attachée à la structure du pont avec deux section de 2,00 mètres de large. L'idée est de créer un système entièrement nouveau différent du système original de la passerelle existante qui nous limitait à une largeur de 1,50 mètre.
La structure principale HEA 200 est située au centre de la dalle orthotrope et est soutenue verticalement par deux montants RRW 80 inclinés à un angle de 13 degrés. Après avoir reçu la charge verticale, les efforts des deux montants RRW 80 sont transmis directement aux traverses INP 380, qui ne reprennent que la composante verticale, tandis que la composante horizontale est reprise par le tirant RND 22.
Pour être équilibrée, l'ensemble de la poutre a besoin de la dalle orthotrope pour contrebalancer le poids de la passerelle en porte-à-faux, et les deux montants RRW80 servent d'appuis intermédiaires. Grâce à ce système, nous sommes en mesure de réaliser une passerelle de 4,00 mètres sans solliciter davantage la dalle orthotrope, de la même manière que la passerelle existante.
L'ensemble du système de la structure principale est préfabriqué en atelier et il ne reste plus qu'à le poser au chantier et à le boulonner aux connexions préalablement fixées.









Projet d'intervention: Un plan d'intervention a été élaboré pour le déroulement des travaux sur le pont existant et l'installation de la nouvelle passerelle. Le déroulement des travaux est comme suit :la restauration du revêtement du pont contre la corrosion, installation des nouveaux joints de dilatation

L'installation d'une couche de 4cm de CFUP sur la dalle orthotrope, qui permet d'augmenter la résistance à la sécurité structurelle et à la fatigue sans perdre la protection contre les agents corrosifs.
la pose de la passerelle de la variante 3, et enfin, la reconstruction du joint de dilatation.
Après avoir effectuée la vérification structurelle, nous pouvons constater que le pont à la Porte du Scex a une structure porteuse solide pour les charges requises par la norme suisse, même s'il a été dimensionné pour le trafic de l'époque 117 ans auparavant.
Une étude de variante pour une passerelle intégrée au pont a été réalisée en développant 4 solutions possibles, parmi lesquelles nous avons choisi le troisième.
Une étude a été réalisée pour la remise en état du pont, définissant tous les travaux à effectuer pour rénover la structure et installer la nouvelle passerelle. La durée de vie du pont peut encore être très longue, s'il est maintenu en bon état avec un entretien régulier.
Par ces dernières lignes, je tiens à remercier l'opportunité qui m'a été donnée de travailler sur un projet concret. J'ai beaucoup appris sur la vérification des structures rivetées et sur le dimensionnement des structures avec le CFUP.