ENAC / PROJET DE MASTER 2021-22
SECTION DE GÉNIE CIVIL

Pont ferroviaire sur l'Aar en ville de Soleure – examen et projet d'intervention

Auteur : Philippe Grangeret

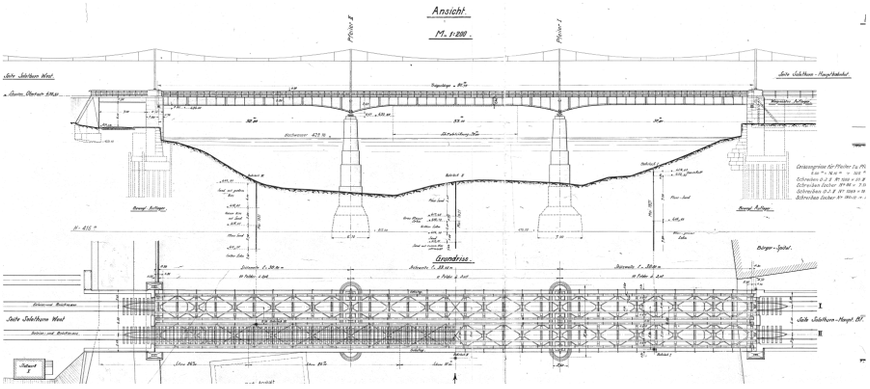
Encadrement : Prof. Eugen Brühwiler [1] / Dr. Numa Bertola [1]

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

Contexte :

Le double pont ferroviaire sur l'Aar construit en 1927 en ville de Soleure doit répondre à une nouvelle exigence de la part de CFF : placer un aiguillage reliant les deux voies, à n'importe quelle position sur le pont.

Dans ce but, un examen de l'ouvrage a été réalisé, suivi d'un projet d'intervention.



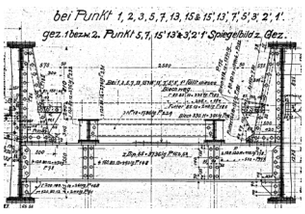
PARTIE 1 : examen de la structure

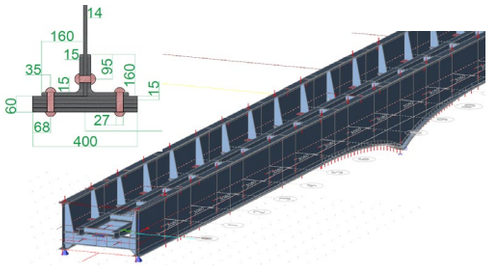
Inspection visuelle :

La structure présente très peu de détériorations. Seule sa durabilité est affectée. Indice d'ouvrage global : IO 2 – en état acceptable

Concept structural & modélisations :

La structure est en acier doux riveté. Chaque pont, dont le système porteur principal consiste en deux poutres-maîtresses entretoisées, porte une voie ferrée. Les membrures de ces poutres comportent un nombre de lamelles de renfort variable. L'ouvrage a été modélisé en 3D dans SCIA.

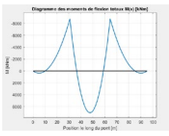


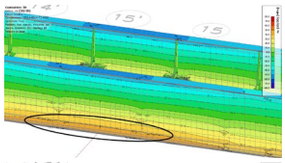


Vérifications structurales :

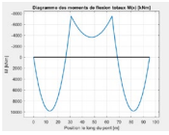
L'ouvrage est stable et robuste, globalement surdimensionné d'un facteur 2,0. La performance à la fatigue est le point faible du pont, en particulier pour les poutres-maîtresses en travée centrale, où la résistance est plutôt insuffisante :

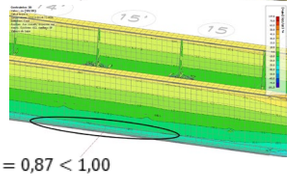
Sollicitation maximale :





Sollicitation minimale :





Amplitude des contraintes :

$\Delta\sigma = f_{net} \cdot (\sigma_{max} - 0{,}6 \cdot \sigma_{min})$ → degré de conformité : $n_{fat,C} = 0{,}87 < 1{,}00$

PARTIE 2 : projet d'intervention

Objectifs :

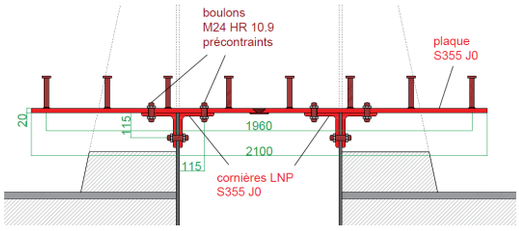
D'un point de vue fonctionnel, l'intervention doit 1) permettre la pose d'un aiguillage et 2) renouveler & fermer les voies de roulement. Il faut préserver au mieux les valeurs culturelles et matérielles de l'ouvrage ; il est choisi pour cela de conserver le système porteur d'origine. La nouvelle superstructure doit être étanche et doit apporter un poids propre supplémentaire minimal. Durant l'intervention, les trains doivent pouvoir circuler en permanence sur un des ponts.

Choix d'une variante :

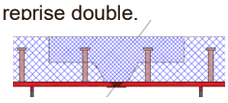
Le niveau du plan de roulement n'est pas modifié. Les poutres-maîtresses centrales sont sciées environ à mi-hauteur et une nouvelle dalle en CFUP est coulée en place. Le renforcement nécessaire est procuré par le système porteur central transformé en poutre mixte.

Concept de transformation :

Une plaque métallique horizontale apporte de la résistance et de la rigidité aux âmes tronquées ; elle sert aussi de support pour la dalle en CFUP. Les connexions s'effectuent par goujons et boulons précontraints.



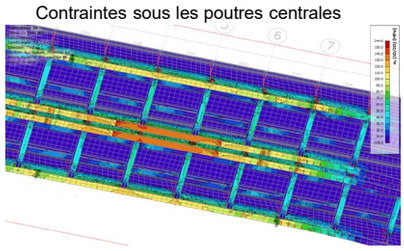
Comme les ponts sont transformés un après l'autre, un clavage devra être opéré. Les retraits différés du CFUP impliquent un joint de reprise double.



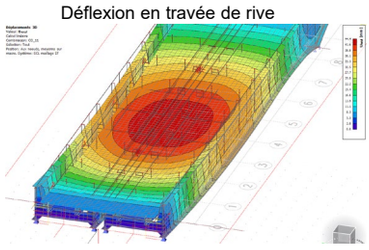
Vérifications structurales :

La sollicitation du système mixte central est augmentée. La sécurité structurale reste garantie malgré une fragilisation relative de l'ouvrage. Cependant, le système mixte se révèle légèrement trop souple. En particulier, les déformations engendrées par deux trains simultanés forment une cuvette.

Contraintes sous les poutres centrales



Déflexion en travée de rive

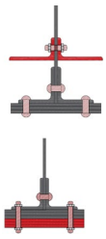
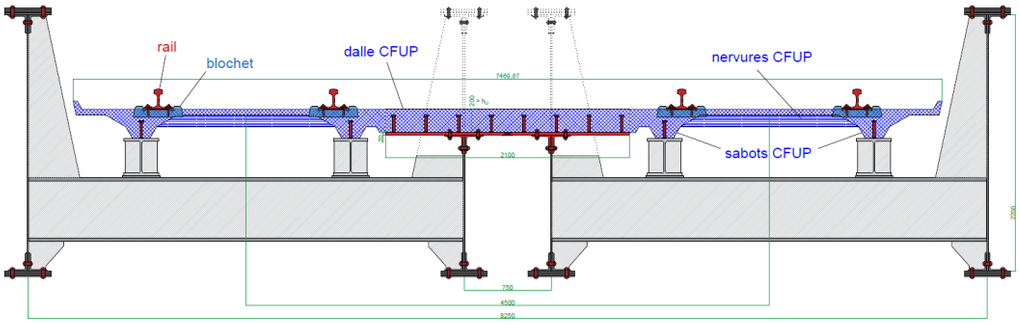


La rigidification du pont et les aspects constructifs tels que la tôle de coffrage ou le système d'évacuation de l'eau seront traités au cours du projet d'exécution.

Recommandations d'intervention :

Aucune intervention de renforcement, ni urgente ni dans un avenir proche, n'est préconisée. En revanche, il est recommandé d'organiser un entretien. L'ouvrage est apte à subir une intervention de transformation.

Si l'intervention devait tarder à se réaliser (plus d'une décennie), il est conseillé d'approfondir la vérification de la fatigue de la structure, en procédant à un examen détaillé à ce sujet. Le cas échéant, une intervention de renforcement devra être prévue à moyen terme.



Concept final proposé :