

Liaison Ferroviaire CEVA – Etude des écoulements sous le pont de l'Arve (2004)

M. Andaroodi

Mandant : Direction du projet CEVA

Préambule

La liaison ferroviaire CEVA projetée à Genève entre la Praille et Annemasse franchit l'Arve par un pont. L'axe de franchissement coupe le cours d'eau au point de courbure maximum d'un méandre à 90 degrés.

Compte tenu du tracé de la voie, des obstacles à franchir et des pentes longitudinales admissibles, la traversée de l'Arve introduit une contrainte importante en relation avec le gabarit d'espace libre à respecter sous le pont. Il s'agit en l'occurrence d'éviter la création d'une situation problématique en cas de crue, en regard des niveaux d'eau atteints et du transport de corps flottants.

Dans ces conditions, une étude hydraulique détaillée était nécessaire pour définir les niveaux à respecter sous la limite inférieure du tablier du pont et également pour établir la carte des dangers dans la zone concernée.

Objet de l'étude

Il s'agissait essentiellement de définir le gabarit d'espace libre du pont en considérant les objectifs de protection relatifs à l'hydrologie du bassin versant, à la géométrie du cours d'eau, aux niveaux d'eau à la confluence Rhône-Arve, au transport solide par charriage et au passage des corps flottants. Les travaux réalisés s'articulent en 7 points concernant:

- 1) la collecte des données relatives au cours d'eau;
- 2) l'étude hydrologique définissant les débits de pointe pour différentes périodes de retour, en particulier centennale, bi-centennale et millénaire;
- 3) la construction et le calage d'un modèle numérique 1D sur le tronçon de 4.8 km environ entre la Jonction et le Bout du Monde (Fig. 1);

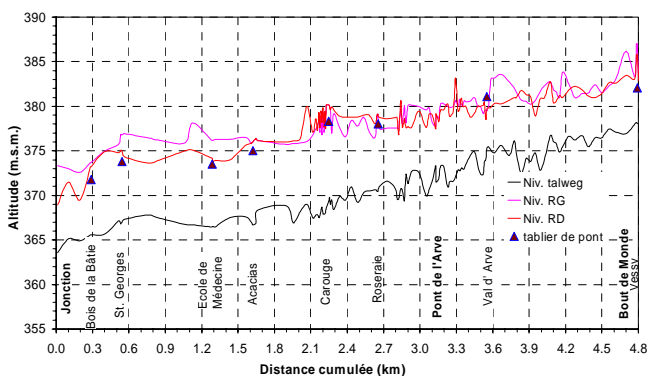


Figure 1: Profil en long de l'Arve entre Vessy et la Jonction

- 4) la simulation numérique 1D de l'écoulement dans l'Arve pour différents débits et l'établissement de la relation "Niveau-Débit" des différentes sections, en particulier au passage du pont;
- 5) l'analyse des limites de débordement et la définition des limites d'inondation pour différentes périodes de retour;
- 6) le calcul du balancement en courbe dans le méandre du pont et l'évaluation quantitative des niveaux à respecter pour la limite inférieure du tablier;
- 7) l'évaluation quantitative de l'érosion en courbe dans la zone du pont.

Le modèle de calcul

La modélisation numérique des écoulements a été réalisée à l'aide du modèle HEC-RAS pour calculer les lignes d'eau sur le tronçon de l'Arve compris entre le pont de Vessy et la confluence avec le Rhône. Les ponts existants sur le tracé ont également été modélisés (Fig. 1).

Le calage du modèle numérique a été réalisé par ajustement des coefficients de rugosité du lit mineur et des rives, jusqu'à l'obtention des niveaux jaugés à la station limnimétrique du Bout du Monde. Après calage, le modèle a été utilisé pour calculer les lignes d'eau de l'Arve pour les débits correspondant à des périodes de retour comprises entre 2 ans (Q_2) et la crue extrême EHQ.

L'implantation du pont CEVA se situe dans un méandre de l'Arve. Les écoulements à cet endroit se caractérisent par un balancement du plan d'eau, provoquant une surélévation à l'extérieur et un abaissement à l'intérieur de la courbe. Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 1 et graphiquement sur la Figure 2.

Période de retour [ans]	Débit [m^3/s]	Niv. d'eau moyen [m.s.m.]	Niv. d'eau intérieur moyen [m]	Niv. d'eau extérieur moyen [m]
2	492	377.1	377.3	376.9
5	597	377.5	377.7	377.2
10	657	377.6	377.9	377.4
20	710	377.8	378.0	377.6
50	773	377.9	378.2	377.6
100	817	378.0	378.5	377.6
200	858	378.2	378.6	377.8
100 ^{sup}	886	378.3	378.7	377.8
1000	937	378.4	378.8	378.0
1000 ^{sup}	1036	378.7	379.1	378.2

Tableau 1 : Niveaux d'eau calculés sous le pont de l'Arve

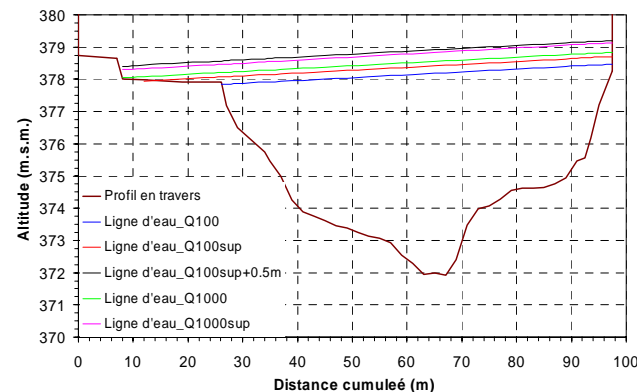


Figure 2: Niveaux d'eau sous le pont de l'Arve pour Q_{100} , Q_{100sup} , $Q_{100sup+0.5m}$, Q_{1000} et $Q_{1000sup}$

Conclusions

L'analyse de la situation actuelle est basée sur un objectif de protection associant la limite des dommages au débit centennal Q_{100} à la limite supérieure de l'intervalle de confiance à 90% avec un tirant d'air moyen de 50 cm et la limite des dangers à la crue exceptionnelle EHQ, définie comme Q_{1000} à la limite supérieure de l'intervalle de confiance à 90%. Les résultats obtenus permettent de fixer les niveaux du tablier inférieur du pont à respecter pour la sécurité de l'ouvrage.

Afin de s'assurer que des variations du lit de l'Arve ne puissent influencer significativement les lignes d'eau au passage du nouveau pont, des levés complémentaires ont été réalisés en 2004 dans cette zone. Les calculs hydrauliques effectués avec la nouvelle géométrie mettent en évidence un léger abaissement de niveau qui reste toutefois dans la marge d'incertitude consécutive aux variations d'un lit mobile.