

Analyse modale opérationnelle

Application à la caractérisation dynamique in-situ de la dalle de ventilation du tunnel du Siaix en Savoie.

Auteur : Steve CARRIER
VA Génie civil – Promotion 64
Maître de TFE : Antoine RALLU
Organisme d'accueil : Centre d'études des tunnels

La pérennité des structures de génie civil est un sujet d'intérêt public. Notamment les infrastructures telles que les ponts et tunnels qui contribuent à l'économie de la société. Ces structures sont faites pour durer, perdurer à travers le temps. Cependant, un ouvrage est sans cesse exposé à des menaces, des agressions de l'environnement extérieur. Par exemple lors de travaux à proximité d'ouvrages existants il y a toujours un risque de détérioration de l'état de ses structures avoisinantes. Ces agressions peuvent avoir des effets sur la vie de l'ouvrage et à fortiori sur son exploitation (un pont qui serait en trop mauvais état devra être fermé pour éviter une catastrophe). Ainsi il est nécessaire de s'assurer du bon état d'un ouvrage.

Plusieurs techniques d'auscultation existent : les techniques destructives et les techniques passives. Les techniques destructives ont l'inconvénient de prélever des échantillons de la structure et de la détruire. Ainsi elles endommagent une partie de l'ouvrage. De plus elles permettent seulement d'avoir une information sur l'état de l'ouvrage en un point précis. En revanche, les techniques passives n'ont pas ce genre d'inconvénients. Durant mon TFE, j'ai étudié l'une de ces techniques appelée l'auscultation dynamique des ouvrages. Celle-ci consiste à comparer les caractéristiques dynamiques (modes) d'une structure à plusieurs instants. Ces caractéristiques dépendant des propriétés physiques intrinsèques de la structure, de sa géométrie et du type de conditions aux limites, un changement dans celles-ci pourrait signifier un endommagement de la structure.

Cependant la détermination des caractéristiques dynamiques d'une structure n'est pas évidente. Plusieurs méthodes existent. Dans le cadre de mon TFE je m'intéresse à l'analyse modale opérationnelle. Celle-ci consiste à mesurer les vibrations d'une structure sous excitation ambiante. En l'occurrence, notre cas d'étude était la dalle de ventilation du tunnel du Siaix en Savoie sous l'excitation du trafic routier. En effet, des travaux avoisinants à cette dalle ont eu lieu entre 2017 et 2019 qui auraient pu l'avoir endommagé (deux campagnes de mesures furent réalisées : l'une avant travaux en 2017 et la seconde après travaux en 2019 lors de mon TFE). L'objet de ce travail de fin d'études est de comparer plusieurs méthodes d'évaluation des caractéristiques dynamiques de la dalle de ventilation afin de pouvoir décider d'un endommagement possible de celle-ci.

Pour cela les signaux récupérés ont été traités par analyse spectrale paramétrique à travers des modèles de Prony de plusieurs ordres et par analyse spectrale fréquentielle à travers la décomposition en domaine fréquentiels. Les résultats des deux méthodes ont permis de déterminer les trois premiers modes (un mode correspond à une fréquence propre, un amortissement associé et une déformée de la structure à cette fréquence) de la structure pour les deux séries de mesures. Les résultats ont conduits à supposer soit un changement dans les conditions aux limites de la dalle, soit à supposer l'absence d'endommagement de la dalle suite aux campagnes de travaux.

Au-delà des résultats de ces méthodes un travail d'analyse de celles-ci fût réalisé. Les limites de chaque méthode ont été évoquées. Enfin les limites générales liées à l'analyse modale opérationnelle furent détaillées.

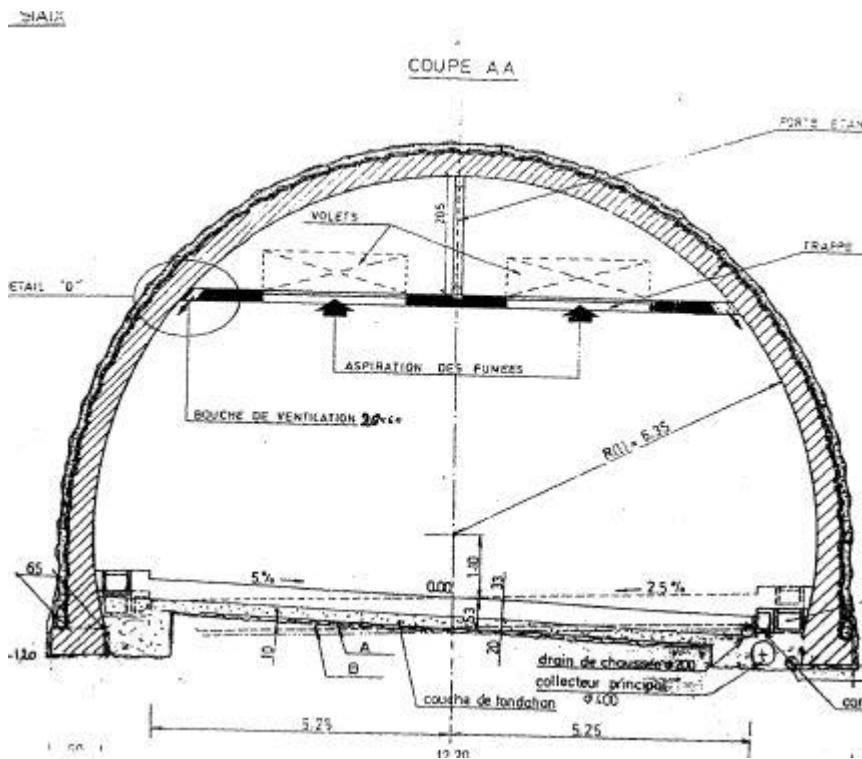


Figure 1 - Coupe du tunnel du Siaix (la dalle de ventilation est située en hauteur)