

Tunnel du Lötschberg: étude du comportement hydraulique du système d'évacuation des eaux d'incendie (2002)

F. Jordan

Mandant : Etude confiée par Lötschbergbahn AG (BLS) et le bureau Ingenieur-Unternehmung Bern (IUB).

Préambule

Le tunnel de base du Lötschberg, d'une longueur de 34 km, permettra d'ici 2010 une meilleure exploitation du réseau ferroviaire suisse. Toutefois, de récents événements ont montré que la sécurité d'exploitation de tels ouvrages est un problème difficile à résoudre. En particulier, le risque d'incendie dans la galerie doit être réduit au maximum car il représente un danger majeur pour la vie des usagers ainsi que pour l'ouvrage lui-même. Dans le but de limiter la durée d'un éventuel incendie et d'en réduire les dégâts, un système d'évacuation des liquides inflammables a été conçu de manière à évacuer le plus rapidement possible le combustible. Ce système d'évacuation a été testé dans le laboratoire sur un modèle physique à l'échelle 1:1.

Méthodologie

➤ Données

Le système d'évacuation se compose d'une conduite connectant en série, tous les 80 m, des siphons destinés à empêcher la propagation vers l'aval de l'air entraîné dans le système. Ces siphons servent en même temps de collecteurs pour le liquide répandu sur la chaussée du tunnel, évacué par l'intermédiaire de grilles.

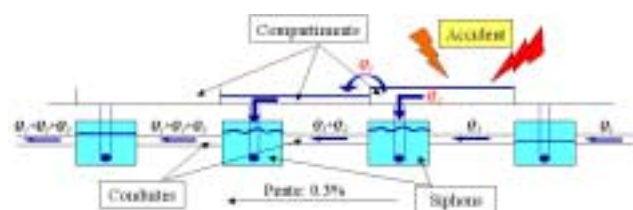


Fig. 1: Schéma du système d'évacuation des eaux d'incendie.

La géométrie du système d'évacuation étant imposée par le gabarit du tunnel ainsi que par diverses contraintes constructives, il était nécessaire d'examiner expérimentalement le comportement hydraulique du système et en particulier de vérifier sa faculté à limiter l'entraînement d'air dans la conduite pour éviter tout risque d'explosion.

➤ Méthode d'analyse

Comme le système d'évacuation contient plusieurs types de siphons, il a été nécessaire de modéliser les différentes solutions. De plus, le modèle ne permettant de connecter que deux siphons en série, les essais ont été réalisés pour quatre configurations géométriques en inversant l'ordre de ces siphons. Il était alors possible de tester des combinaisons de trois différents débits (Fig. 1).

Pour chaque configuration, une quarantaine de combinaisons de débits ont été testées, permettant, par la mesure de pressions hydrostatiques en 14 points du modèle, de déterminer les pertes de charge engendrées par les différents éléments du système.

Ces mesures permettront le calage et la validation d'un modèle numérique du système d'évacuation complet, destiné à en modéliser le comportement en cas d'accident.

Résultats

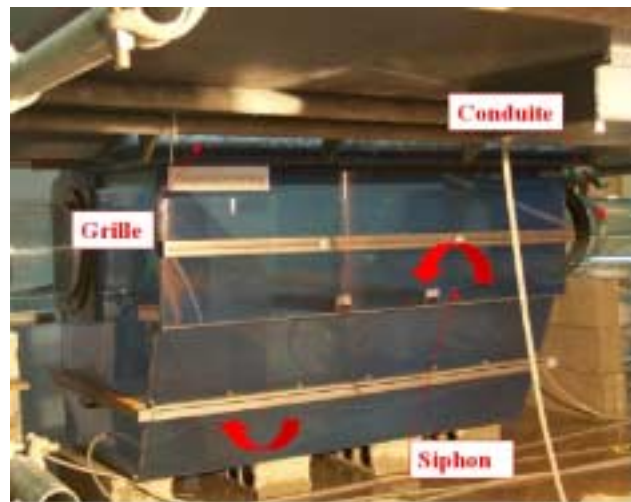


Fig. 2: Vue d'un des siphons testés, comprenant une grille d'alimentation par la chaussée, une conduite d'évacuation et deux siphons.

Les nombreux enseignements tirés de ces essais peuvent se résumer de la manière suivante:

- Pour le système prévu sur le tronçon Nord du tunnel, l'entraînement d'air provoque des pertes de charge conséquentes qui réduisent fortement la capacité hydraulique du système. Celle-ci reste toutefois suffisante par rapport aux exigences minimales de sécurité.
- Pour le système prévu sur le tronçon Sud, l'entraînement d'air est empêché par la manière dont sont collectées les eaux d'incendie, permettant la bonne évacuation du liquide malgré des dimensions générales du système plus restreintes.

Dans tous les cas, les coefficients de perte de charge obtenus sont supérieurs aux valeurs théoriques. Cela est dû principalement aux bulles d'air, responsables d'instabilités dans l'écoulement. De plus, les coudes et le brassage dans les siphons ont eux aussi une influence non négligeable.

Un autre point important mis en évidence grâce aux essais est l'effet de l'aération de la conduite lors de son remplissage. Sans aération, un bouchon d'air se crée à l'amont des siphons, provoquant un abaissement important de la ligne d'eau dans la conduite et une surélévation du niveau d'eau sur la chaussée par surpression d'air. Ce phénomène augmente fortement les pertes de charge à l'entrée des siphons, au point que la capacité du système se retrouve pratiquement réduite à zéro, ce qui rendrait caduc l'efficacité du système d'évacuation. L'aération des conduites à l'entrée des siphons est donc indispensable au bon fonctionnement du système.