

Usage du brouillard d'eau dans la lutte contre les feux en tunnels ventilés longitudinalement. Expérimentations en réduction d'échelle

R. MEYRAND, J.P. GARO, J.P. VANTELON, Laboratoire de Combustion et de Détonique (LCD)

E. CESMAT, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)

B. BROUSSE, Centre d'Etude des Tunnels (CETU)

Au niveau de la sécurité incendie en tunnels routiers, il n'y a que peu d'installations anti-incendies à grande échelle installées directement dans l'ouvrage. La brumisation est prometteuse dans ce cadre de par la légèreté du dispositif à installer et les faibles quantités d'eau utilisées par rapport aux systèmes déluge. Plusieurs études ont déjà été menées sur l'utilisation de la brumisation pour des feux de compartiments ou de locaux (notamment pour les salles de machines à bord de navires ou pour des installations industrielles), mais peu de travaux sont des études globales concrètes de l'introduction de brouillards d'eau en milieu tunnel.

Le but de l'étude menée au CSTB en partenariat avec le LCD de Poitiers et le CETU est d'évaluer l'impact de la brumisation sur un foyer de grande puissance dans un tunnel ventilé longitudinalement. L'objectif est de montrer l'utilité ou non de tels systèmes à échelle réelle. Pour ce faire des essais sont menés dans une galerie d'essai sur le site de Champs sur Marne du CSTB, afin d'observer l'influence des brouillards d'eau en termes de baisse de la température aux abords du foyer, d'absorption du flux de chaleur émis et de son interaction avec les fumées. La réalisation d'essais sur une maquette à facteur d'échelle réduit est un compromis entre des essais à échelle réelle très coûteux et des essais à échelle laboratoire, permettant ainsi de limiter l'erreur commise par l'utilisation de facteurs de similitude.

Cette galerie d'essai mesure 43 mètres de long pour un diamètre de 2,50 mètres (voir figure 1). La hauteur libre à l'intérieur est de 1,90 mètres et son diamètre hydraulique est de 2,17 mètres. Elle est équipée d'un ventilateur d'extraction afin de simuler une ventilation longitudinale. La dimension de la galerie d'essai du CSTB est telle que le rapport d'échelle, se situera dans de nombreux cas dans une plage comprise entre 0.25 et 0.35. La valeur basse est obtenue pour les tunnels aux diamètres hydrauliques de l'ordre de 6 m, la valeur haute pour les tunnels aux diamètres hydrauliques de l'ordre de 9 m. L'échelle retenue pour l'étude est 0,3.



Figure 1 - Vue d'ensemble de la galerie

Afin de rester pertinents par rapport au problème posé, on travaille en similitude de vitesse et de puissance de foyer. La similitude aéroulque est obtenue par conservation du nombre de Richardson, la similitude de puissance du foyer est donnée par la conservation du rapport Q/l , soit :

$$\frac{u_{maq.}}{u_{réel}} = 0,4548 \qquad \frac{\dot{Q}_{maq.}}{\dot{Q}_{réel}} = \left(\frac{l_{maq.}}{l_{réel}} \right)^{\frac{5}{2}}$$

La démarche retenue est de déterminer les caractéristiques du système de brumisation requises pour contenir efficacement un feu sur la maquette à échelle réduite, et ensuite de remonter à l'échelle réelle pour proposer des caractéristiques pour un dispositif utilisable dans les tunnels réels. Les caractéristiques des buses de brumisation sont mises à l'échelle en utilisant les facteurs de similitude publiés par G. Heskestad (*) Les relations obtenues sont reportées ci-dessous:

Débit volumétrique d'eau ($m^3 \cdot s^{-1}$)	$Q_{w2}/Q_{w1} = S^{5/2}$
Diamètre de goutte (m ou μm)	$d_2/d_1 = S^{1/2}$
Vitesse d'éjection ($m \cdot s^{-1}$)	$u_{p2}/u_{p1} = S^{1/2}$

Les buses ont été fournies par la société Fogtech et installées par la Société RODIO. Elles ont pour l'instant été dimensionnées afin de refléter en similitude les caractéristiques des buses installées dans les feux de compartiment.

De par la géométrie de la galerie, les capteurs ont été disposés par demi sections situées de part et d'autre de la section 0 où est disposé le foyer. Les mesures portent sur:

- **La température:** En amont du foyer, les capteurs sont concentrés dans la partie haute du tunnel, afin de mesurer la température au niveau du plafond, du sol et la température moyenne sur la hauteur du tunnel. Ceci sert notamment à pouvoir déterminer le critère de stratification des fumées S défini ci-après, permettant ainsi de suivre la destratification des fumées lors de l'ajout du brouillard d'eau. De plus, ces mesures permettent de déterminer le champ de température dans le tunnel et l'influence de la brumisation sur celui-ci.

$$S = \frac{T_c - T_f}{T_{avg} - T_0}$$

- où T_c est la température du plafond
 T_f la température au sol
et T_{avg} la température moyenne déduite par intégration du profil vertical de température et T_0 la température de la ventilation avant le foyer.
- **Le Flux radiatif:** Deux sections de 7 radiomètres sont disposées de part et d'autre du foyer à 7 mètres de distance.
 - **La vitesse de l'écoulement:** Elle est mesurée par des sondes de Recknagel situées en sections -5 et +18.
 - **La composition des gaz brûlés:** En aval du tunnel (section +22) sont effectuées plusieurs mesures de composition: une mesure moyenne en CO, CO2 et O2 sur la section réalisée à partir de 9 échantillons, deux mesures supplémentaires de CO2 prises au plafond et à 60 cm du sol, et une mesure de CO à 50 cm du sol (pour avoir la teneur et CO et CO2 au niveau humain).
 - **Les paramètres optiques des gaz brûlés:** En aval sont disposés deux transmissiomètres fournis par l'INERIS, ainsi qu'un dispositif permettant la mesure du coefficient d'extinction local en cours de conception au LCD.

Un schéma d'implantation de ces différentes mesures est présenté en figure 2.

La première campagne d'essais est actuellement en cours au sein du CSTB. Elle permettra notamment à terme de quantifier les capacités de la maquette pour les campagnes à venir, et d'obtenir les premières données qui permettront de mieux cibler les campagnes suivantes en terme de paramètres clés du problème.

(*) Gunnar Heskestad, Scaling the interaction of water sprays and flames, 2002, Fire Safety Journal 37, p. 535-548.

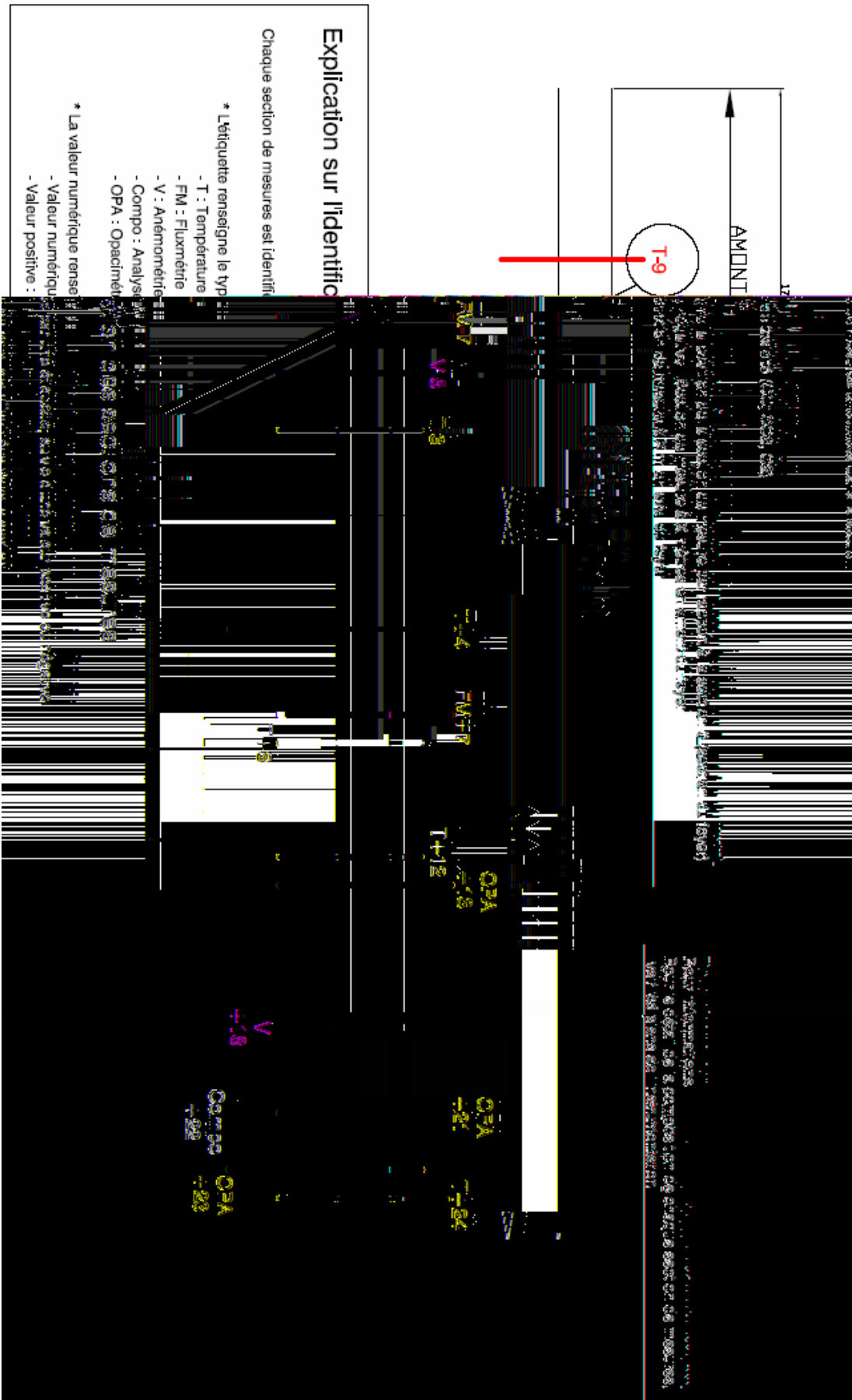


Figure 2 - Répartition des sections de mesure dans le tunnel