

Annexe 2.9 - FRANCE – Lyon – Tunnel de Croix-Rousse

1. UN TUNNEL MULTIMODAL

Le tunnel de « Croix-Rousse » est situé à Lyon (France), ville d'environ 475.000 habitants. Lyon fait partie de la Communauté Urbaine du « Grand Lyon » qui comporte 1,31 millions habitants. Le tunnel de la Croix-Rousse traverse une colline située entre le Rhône et la Saône (Figure 1).

Le tunnel de Croix-Rousse est propriété du « Grand Lyon », qui en est également l'exploitant.

Le tunnel a été mis en service en 1952. Il comporte un tube unique à quatre voies (deux voies dans chaque direction). Sa longueur est d'environ 1752 m.

Ce tunnel n'était plus conforme aux dispositions de la réglementation française. Ceci a conduit le Grand-Lyon en 2007, d'une part, à interdire la circulation des poids lourds et des fourgonnettes, et d'autre part, à lancer un programme important de rénovation pour améliorer le niveau de sécurité, satisfaire à la nouvelle réglementation et remplacer les principaux équipements d'exploitation et de sécurité (dernière rénovation de l'installation de ventilation en 1982).

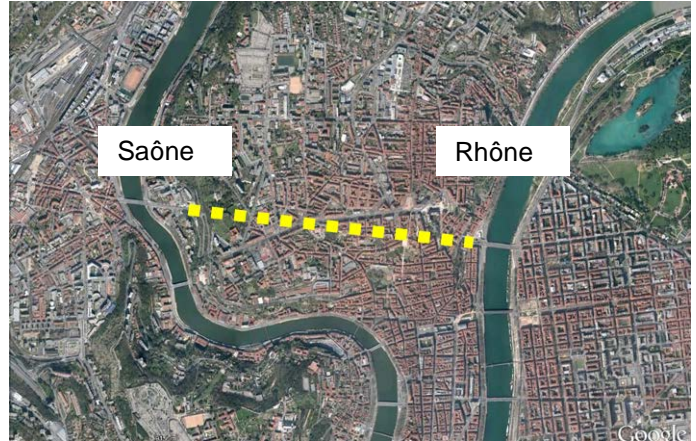


Figure 1 – situation du tunnel de Croix-Rousse

Un nouveau tunnel a été réalisé parallèlement au tunnel existant. Il s'agit d'un **tunnel multimodal** qui comporte quatre fonctions principales : (1) doter le tunnel existant d'une galerie d'évacuation pour les usagers en cas d'incendie - (2) assurer le passage des piétons entre Rhône et Saône sous la colline de la « Croix-Rousse » – (3) assurer le passage des bicyclettes en toute sécurité – (4) offrir une nouvelle liaison performante pour les transports en commun par autobus, en conservant la possibilité d'aménager ultérieurement une ligne de tramway.

Le nouveau tunnel multimodal, ainsi que le tunnel existant, ont été remis en circulation en décembre 2013 (Figure 2), après mise en conformité et rénovation complète des équipements.

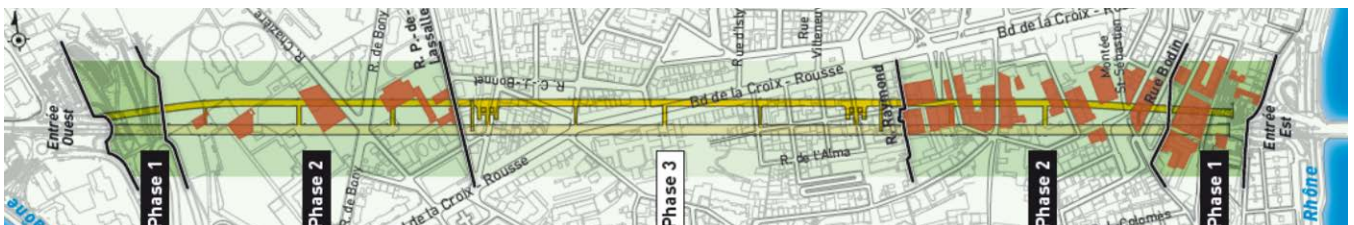


Figure 2 – tunnel routier de Croix-Rousse et nouveau tunnel multimodal

2. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES

2.1. GÉOMETRIE

- Longueur du tunnel: 1752 m,
- Tracé en plan rectiligne,
- Profil en long: 1%.

2.2. PROFIL EN TRAVERS

2.2.1. Tunnel routier (Figure 3)

- Largeur des voies: une voie de 2,95 m et une voie de 3,00 m dans chaque sens de circulation,
- Hauteur libre de 3,50 m,
- Accès interdit aux poids lourds,
- Séparateur central en béton de 0,30m de largeur et 0,80 m de hauteur.

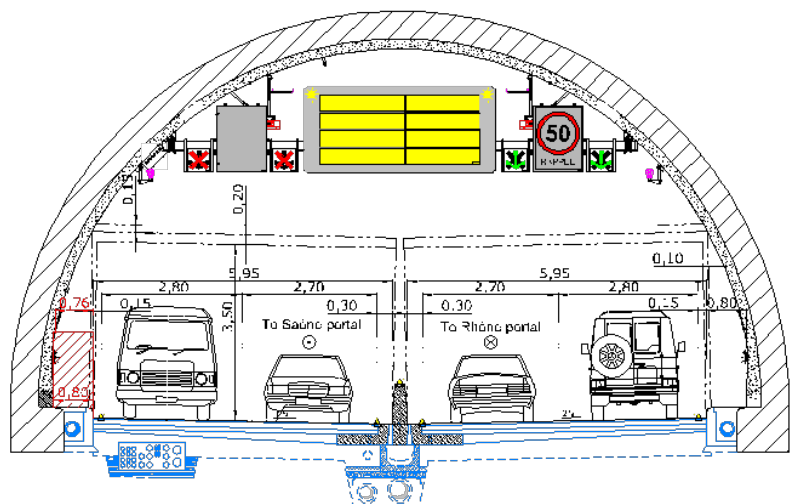


Figure 3 – Profil en travers type du tunnel routier

2.2.2. Tunnel multimodal (Figure 4)

- Trottoirs: largeur 1,00 m – hauteur 0,20 m avec abaissement de la bordure au droit des passages transversaux entre tubes,
- Voie de bus: largeur 3,80 m – hauteur libre 4,30 m. La circulation est unidirectionnelle avec un seul bus à la fois en tunnel,
- Largeur de la voie piétonne: 1,77 m,
- Largeur de la voie cyclable en circulation bidirectionnelle: 3,00 m,
- Barrière de protection en béton séparant la voie de bus de l'espace piétonnier : 0,48 m de largeur pour 0,80 m de hauteur, couronnée d'une main courante.

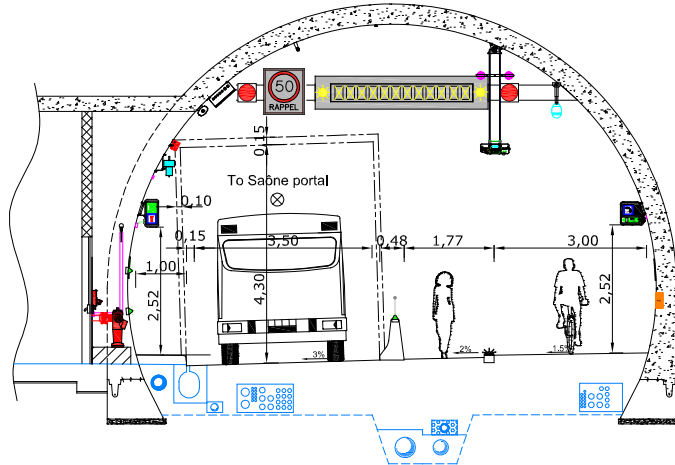


Figure 4 – Profil en travers du tunnel multimodal

2.2.3. Galerie d'évacuation

- 11 passages transversaux relient les deux tubes avec un espacement de l'ordre de 145 m entre passages,
- Les passages transversaux sont fermés par des portes, et pressurisés.

2.3. CONDITIONS DE TRAFIC, PANNES ET ACCIDENTS

2.3.1. Conditions de trafic avant rénovation

- TMJA (trafic moyen journalier annuel): 48.000 véh. / jour en croissance annuelle de l'ordre de 3,5%.
- Distribution horaire du trafic durant la journée (traits pleins: jours ouvrables – traits pointillés: fin de semaine)
 (Figure 5: sens Rhône -> Saône) – (Figure 6: sens Saône -> Rhône – de la périphérie vers le centre-ville).

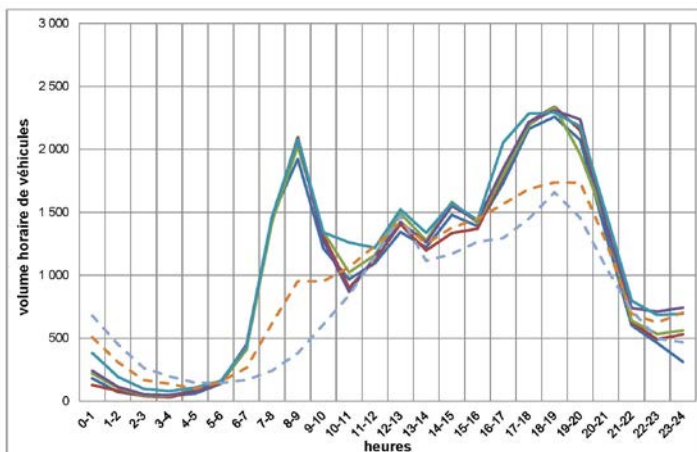


Fig. 5 – répartition horaire du trafic – Rhône -> Saône

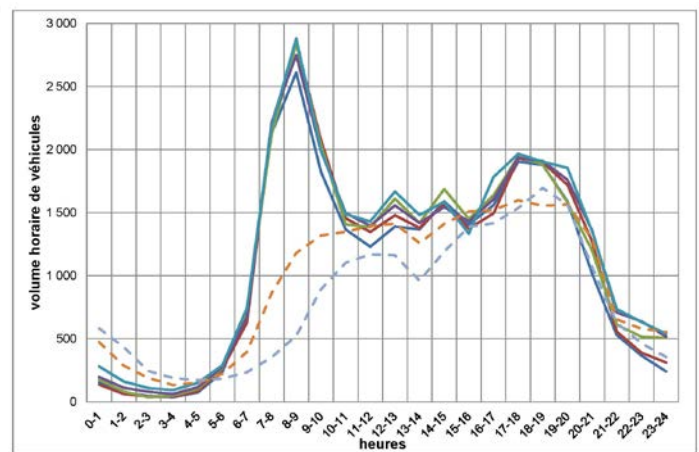


Fig. 6 – répartition horaire du trafic – Saône -> Rhône

2.3.2. Pannes et accidents avant les travaux de rénovation

- 150 pannes par an en moyenne,
- 20 accidents par an en moyenne,
- Aucun incendie,
- L'analyse des incidents montre que 50% d'entre eux sont dus à une intrusion de piétons ou de cyclistes dans le tunnel routier (alors que l'accès leur est interdit).

2.3.3. Tunnel routier

- Vitesse limitée à 50 km/h,
- Accès interdit pour les véhicules de plus de 3,5 tonnes ou dont la hauteur est supérieure à 3,5 m,
- Accès interdit aux piétons et aux cyclistes,
- Passage des bus autorisé,

- Absence de bouchon récurrent de circulation à l'intérieur du tunnel – présence très limitée de trafic congestionné à l'intérieur du tunnel en amont de la tête Rhône,
- Le trafic à l'arrêt dans le tunnel est détecté par des boucles, et, des alarmes sont envoyées à l'opérateur. Celui-ci active manuellement le scénario préprogrammé permettant de résorber la congestion dans le tunnel (priorité donnée aux véhicules sortant du tunnel au droit du carrefour de raccordement) dans le cas où ce scénario n'aurait pas été activé automatiquement.

2.3.4. Tunnel multimodal

- Accès des bus autorisé et réservé aux seuls bus des réseaux de transport public : environ 10 bus par heure,
- Accès autorisé aux piétons et aux bicyclettes,
- Accès interdit aux motos et mobylettes.

2.4. VENTILATION

2.4.1. Ancienne installation de ventilation du tunnel routier

L'ancienne installation de ventilation était du type « ventilation semi-transversale » et comportait les dispositions suivantes :

- 5 puits de ventilation reliés à des « usines de ventilation » implantées en surface. Ces puits permettent l'apport d'air frais et l'extraction de l'air pollué, ainsi que des fumées en cas d'incendie,
- Gaines de ventilation en voûte du tunnel routier pour l'apport d'air frais, ainsi que pour l'extraction de l'air pollué et des fumées,
- Les structures en béton armé de ces gaines en voûte étaient endommagées et ne pouvaient pas résister à un incendie de poids lourd, ce qui avait conduit, à titre préventif, à interdire le passage des véhicules de plus de 3,5 tonnes à l'intérieur du tunnel.

2.4.2. Nouvelle installation de ventilation du tunnel routier

La nouvelle installation de ventilation réutilise les puits et les « usines de ventilation ». Ces ouvrages et installations ont été entièrement rénovés. La nouvelle installation est un système hybride qui comporte :

- Des accélérateurs réversibles en voûte ayant comme objectifs: (1) d'assurer une ventilation longitudinale – (2) de contrôler le courant d'air longitudinal en cas d'incendie et de contribuer au confinement des fumées,
- Une extraction massive des fumées en cas d'incendie par l'intermédiaire des cinq puits,
- La gestion de l'extraction de l'air pollué en fonction des conditions de circulation et des conditions climatiques, par mise en service soit de la ventilation longitudinale, soit de l'extraction par les puits de ventilation, soit d'une combinaison des deux modes de ventilation en vue de limiter les rejets d'air pollué au voisinage des habitations,
- L'installation a été dimensionnée pour un incendie de 30 MW en tenant compte d'une différence de pression de 80 Pa entre les deux têtes,
- Les 11 galeries d'interconnexion reliant les deux tubes sont pressurisées.

L'installation de ventilation est pilotée automatiquement par le système de gestion technique centralisée sur la base de scénarios prédéfinis pour les conditions normales de circulation, les conditions d'urgence ou d'incendie, ainsi que les conditions environnementales. L'objectif est de garantir la sécurité et la santé des utilisateurs du tunnel, ainsi que des habitants riverains, tout en optimisant les conditions de fonctionnement (**Figure 7**).

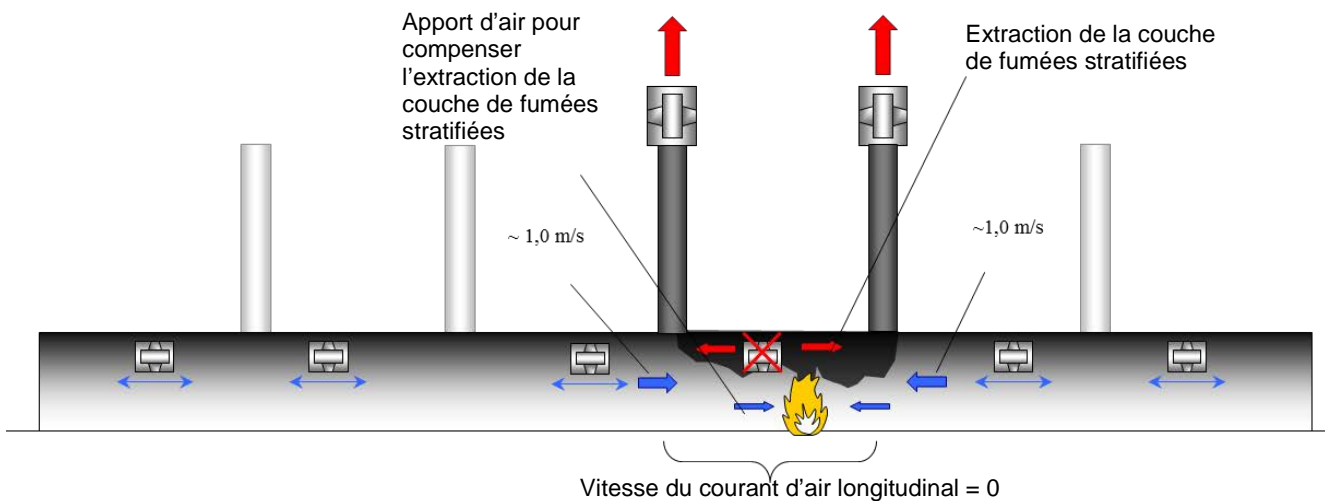


Figure 7 – scénario d'extraction des fumées – phase 1: évacuation des usagers du tunnel

2.4.3. Ventilation du tunnel multimodal

L'installation de ventilation du tunnel multimodal est du type « longitudinal » et comporte:

- Des accélérateurs en voûte pour les conditions normales de circulation,
- Deux galeries transversales de ventilation reliant le tunnel multimodal au pied des puits n°2 et n°4 du tunnel routier, de façon à pouvoir assurer une extraction massive des fumées en cas d'incendie.

2.5. DISPOSITIONS ENVIRONNEMENTALES

2.5.1. Qualité de l'air

L'accès au tunnel routier n'est autorisé qu'aux voitures et aux véhicules de moins de 3,5 tonnes. Le trafic de bus utilisant le tunnel multimodal est très faible. Les émissions de pollution sont donc limitées. Le rejet de l'air vicié est réparti entre les deux têtes de tunnel et les cinq puits de ventilation en fonction du volume de trafic et de conditions climatiques.

2.5.2. Nuisances sonores

Les accélérateurs sont équipés de filtres absorbants le bruit. Des dispositifs atténuateurs de bruit sont installés dans les « usines de ventilation » situées en tête des puits.

2.5.3. Qualité de l'eau

L'eau est collectée dans les deux tubes par des caniveaux à fente continue, puis dirigée dans des réservoirs situés aux têtes de tunnel. Ces réservoirs sont équipés de dispositifs décanteur déshuileur et de vannes motorisées télécommandées depuis le poste de contrôle.

2.6. ÉQUIPEMENTS D'EXPLOITATION ET DE SÉCURITÉ

Les deux tunnels sont dotés des équipements usuels d'exploitation et de sécurité. Une attention particulière a été apportée à la communication avec les usagers du tunnel, à la gestion du trafic, à la sécurité et aux conditions environnementales : capteurs multiples, télésurveillance vidéo, DAI (détection automatique d'incidents), boucles, câbles de détection de température, câble de radiocommunications, etc.

2.7. EXPLOITATION

Le tunnel de Croix-Rousse est géré à partir d'un poste central de contrôle et de supervision avec une présence permanente d'opérateurs. Ce poste de contrôle est également en charge de la supervision de quatre tunnels existants de la communauté urbaine de Lyon. Il est en cours d'aménagement et d'extension pour assurer l'exploitation de trois autres tunnels importants actuellement en exploitation, ainsi que toutes les tranchées couvertes en service d'une longueur de plus de 300 m.

Ce poste central assure également le contrôle et la gestion du trafic des axes principaux de circulation en surface, ainsi que des voies rapides urbaines au voisinage du tunnel de Croix-Rousse.

Les services d'urgence et de secours, ainsi que les services de lutte contre l'incendie arrivent sur le site du tunnel en moins de 10 minutes.

3. PARTICULARITÉS DU TUNNEL MULTIMODAL

Le tunnel multimodal a été présenté ci-dessus. Les fonctions de ce tunnel sont les suivantes (**Figure 8**):

- Galerie d'évacuation des usagers du tunnel routier et accès des secours,
- Réduction du temps de parcours des transports publics entre le Rhône et la Saône,
- Nouvelle liaison pour les piétons et les "transports doux" afin d'offrir aux piétons et aux cyclistes un trajet sûr et plus court entre Rhône et Saône.

La traversée du tunnel est de l'ordre de 20 à 30 minutes pour les piétons. C'est la raison pour laquelle il a été nécessaire de mettre en place des équipements permettant d'offrir aux piétons et aux cyclistes un environnement attractif, sûr et confortable assurant également la continuité de l'espace urbain. Un éclairage spécifique a été installé et les piédroits du tunnel sont animés par des projections d'images, de films ou de vidéos (**Figure 9**). Ces animations varient en cours de journée en fonction du volume de piétons ou de cyclistes et du passage des bus (voir illustrations et vidéo ci-dessous).



Figure 8 – tunnel multimodal



Figure 9 – animation des piédroits du tunnel