

## Annexe 2.17 – Madrid – Tunnel M 30 RIO

### 1. INTRODUCTION

L'autoroute M30 est située à Madrid (Espagne), ville qui compte environ 3.200.000 habitants. La M30 est le principal périphérique autoroutier reliant tous les quartiers et agglomérations voisines de la ville de Madrid. (**Figure n° 1**).

Le tunnel « M30 Rio » est situé dans la partie sud de la M30. Il longe la rivière Manzanares sous les emprises de l'ancien périphérique extérieur construit à l'air libre. Celui-ci a laissé place à l'aménagement de parcs et jardins le long de la rivière. La M30 comporte au global 21 accès et 25 sorties (**Figure n° 2**).

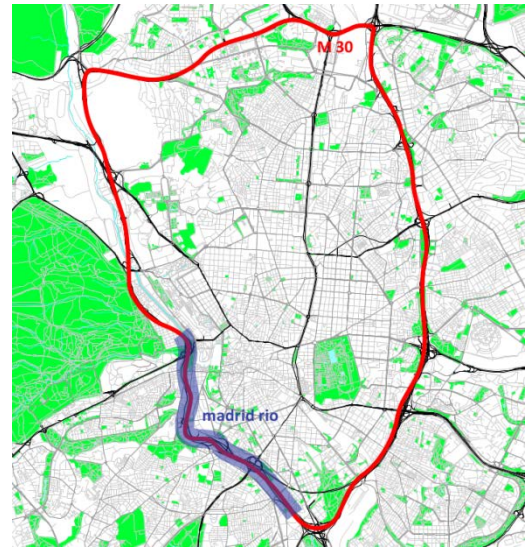


Figure 1 – périphérique M 30 à Madrid

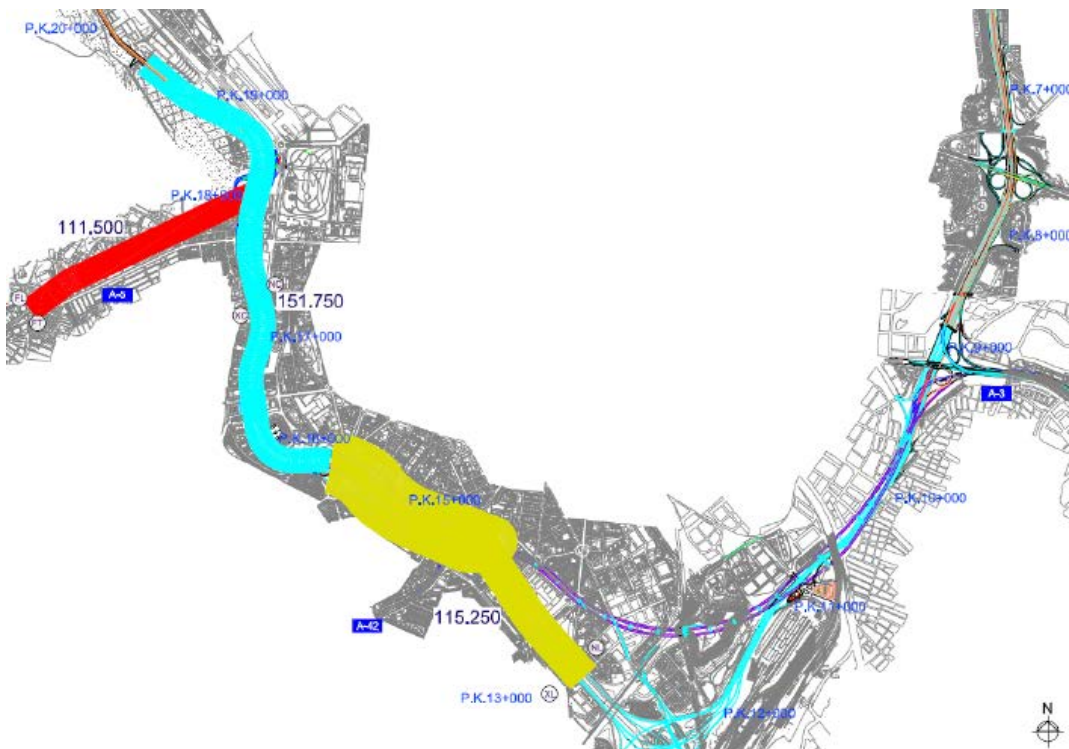


Figure 2 – situation du tunnel « M30 RIO »

Le tunnel comporte trois tronçons :

- Le tronçon « vert » situé entre le PK 13 et le PK 16,
- Le tronçon « bleu » situé entre le PK 16 et le PK19,5,
- Le tronçon « rouge », d'une longueur de 1.700 m, dénommé avenue du Portugal, qui relie le tunnel à l'autoroute A5 en direction de la ville de Badajoz. Il a un accès direct au complexe d'échanges du Prince Pio, qui est le seul accès à la gare routière pour les bus.

La société « Calle 30 » est le propriétaire et l'exploitant de l'autoroute M 30 et de ses tunnels.

Le tunnel a été mis en service en 2007. Il a été construit par la méthode de « tranchée couverte ».

Le tunnel comporte deux tubes exploités en circulation unidirectionnelle. Sa longueur est de 16,4 km, en prenant en compte sa branche principale de l'Avenue du Portugal (**Figures n° 3 et n° 4**).

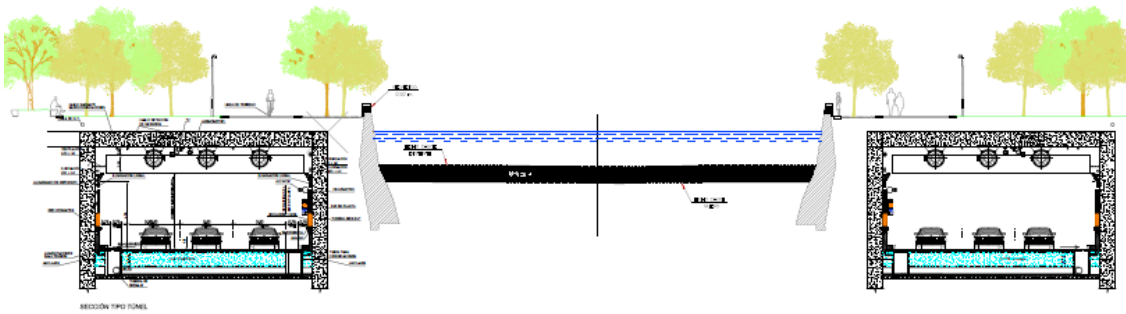


Figure 3 – tunnel M30 Rio - section à 2x3 voies longeant la rivière

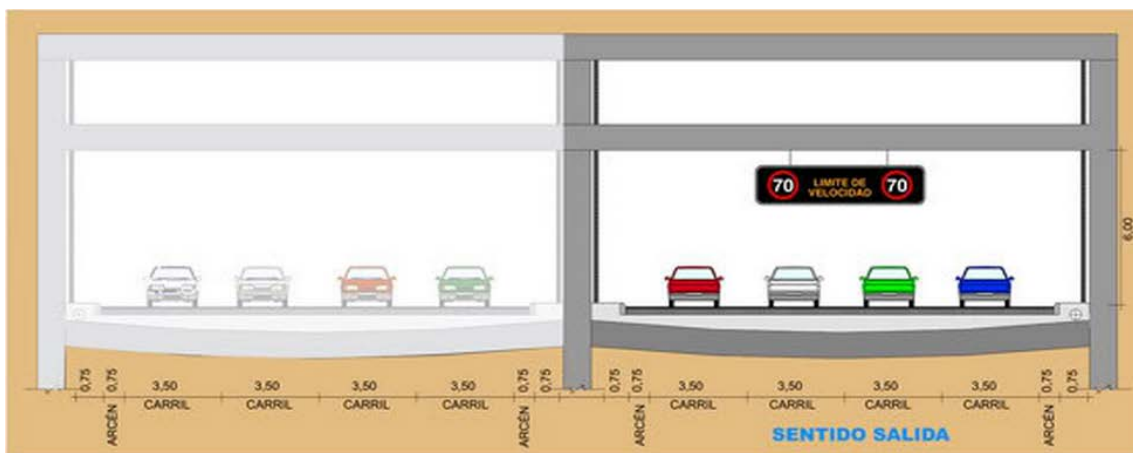


Figure 4 – tunnel M30 Rio - section à 2x4 voies sous la “zone verte”

## 2. CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES

### 2.1 GÉOMETRIE

- Longueur du tunnel : 16,4 km y compris la branche de l'Avenue du Portugal,
- Tracé en plan : courbe de rayon minimal (voie intérieure) de 240 m,
- Profil en long : pente de l'ordre de 1%.

### 2.2 PROFIL EN TRAVERS

#### 2.2.1 Tunnel principal (Figure n° 5)

- 3 voies de 3,50 m de largeur,
- 2 trottoirs latéraux de 0,75 m de largeur,
- 2 bandes dérasées de 0,75 m de largeur,
- Hauteur libre de 4,50 m,
- Hauteur sous plafond de 5,50 m.

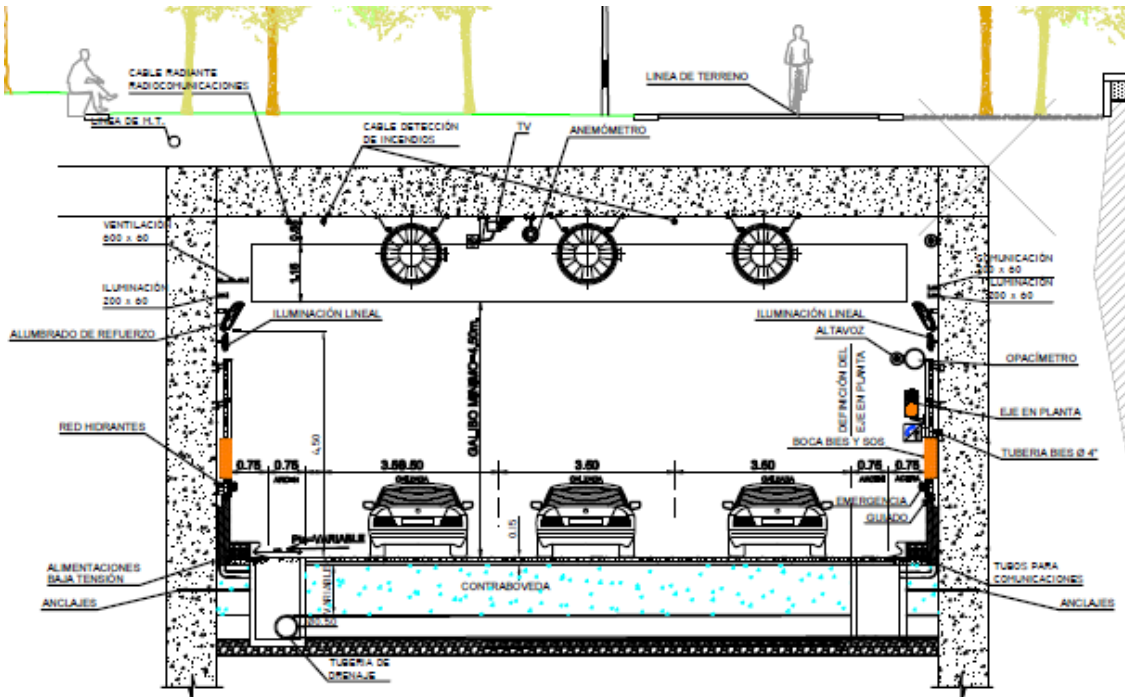


Figure 5 – profil en travers courant du tunnel principal

2.2.2 branche principale: Avenue du Portugal (Figure n° 5)

- 4 voies de 3,50 m de largeur,
- 2 trottoirs latéraux de 0,85 m de largeur,
- 2 bandes dérasées de 0,60 m de largeur,
- Hauteur libre de 4,50 m,
- Hauteur sous plafond de 5,50 m.

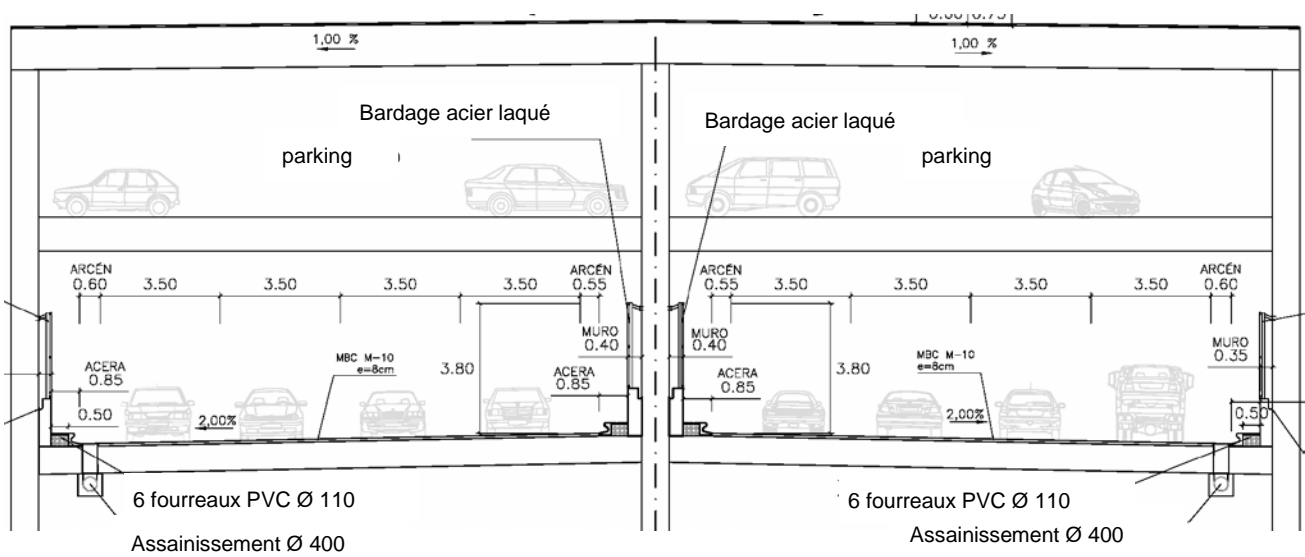


Figure 6 – profil en travers de la branche principale : Avenue du Portugal

### 2.2.3 Sorties de secours

- Espacement de 150 m entre sorties le long de la rivière, et de 250 m dans les autres secteurs. Ces sorties de secours donnent directement accès à la surface pour les piétons par des escaliers et des portes automatiques.
- Les sorties de secours sont fermées par des portes et pressurisées.

## 2.3 TRAFIC, CONDITIONS DE CIRCULATION, PANNES ET ACCIDENTS

### 2.3.1 Trafic

- TMJA (Trafic Moyen Journalier Annuel) pour le tunnel principal 150.000 véh/jour en 2012,
- TMJA pour l’Avenue du Portugal 111.000 véh/jour en 2012,
- Proportion de poids lourds: 0.5% dans le tunnel principal et 5.26% au voisinage de la zone d’échange compte tenu du trafic des bus,
- Transport de matières dangereuses interdit,
- Accès interdit aux véhicules de plus de 7,5 tonnes,
- Vitesse limitée à 70 km/h en tunnel, et à 50 km/h ou 30 km/h pour les bretelles d’entrée et de sortie,
- Pas de formation régulière de bouchon à l’intérieur du tunnel,
- La répartition horaire du trafic dans le tunnel principal pendant les jours ouvrables est représentée par les diagrammes suivants : **(Figure n° 7 - en direction de l’ouest)** – **(Figure n° 8- en direction de l’est)**.

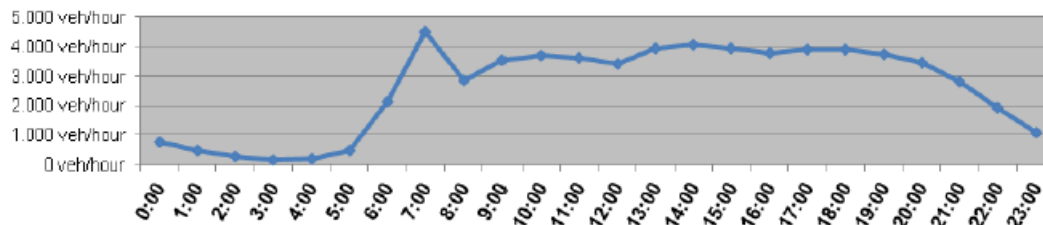


Figure 7 – distribution horaire du trafic – tunnel principal – jours ouvrables - direction de l’ouest

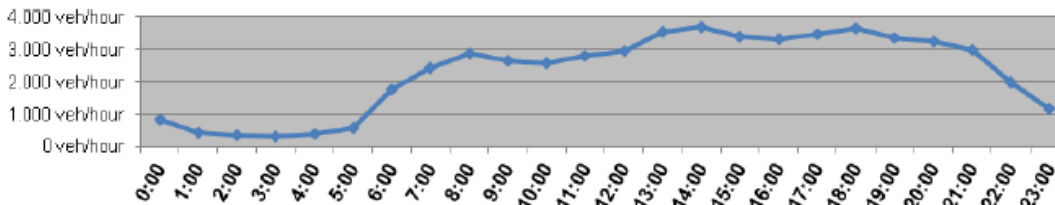


Figure 8 – distribution horaire du trafic – tunnel principal – jours ouvrables - direction de l’est

- La répartition horaire du trafic sur l’avenue du Portugal pendant les jours ouvrables est représentée par les diagrammes suivants: **(Figure n°9 - en direction de Badajoz)** – **(Figure n°10 - en direction de Madrid)**.

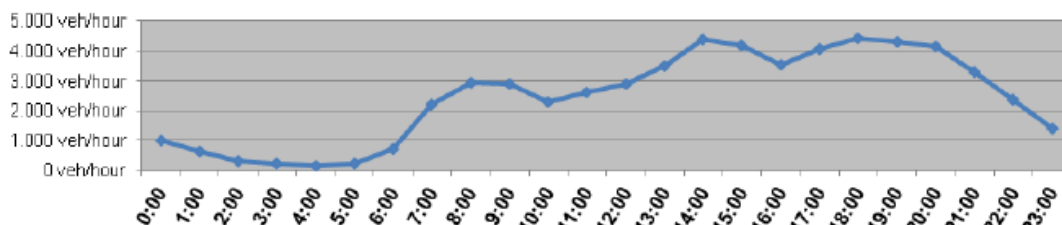


Figure 9 – distribution horaire du trafic – avenue du Portugal – jours ouvrables - direction de Badajoz

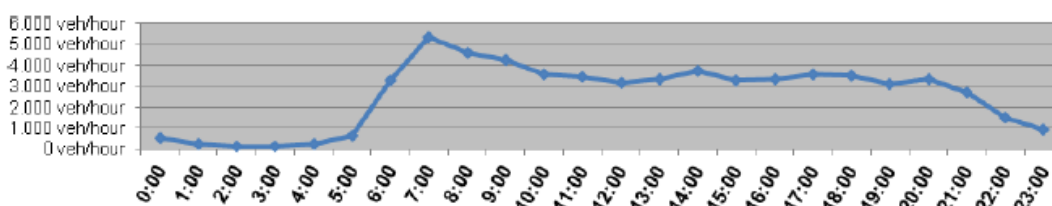


Figure 10 – distribution horaire du trafic – avenue du Portugal – jours ouvrables - direction de Madrid

### 2.3.2 Pannes et accidents

- Moyenne annuelle de 331 accidents pour l'ensemble des tunnels de M30-Rio et M30-Bypass (longueur totale de 40 km de tubes),
- Moyenne annuelle de 2.697 pannes pour l'ensemble des tunnels de M30,
- Aucun incendie,
- L'analyse des accidents montre que ceux-ci sont essentiellement dus à des vitesses inappropriées ou à un manque d'attention des conducteurs.

## 2.4 VENTILATION

### 2.4.1 Installations de ventilation

- La ventilation est du type « ventilation longitudinale avec extraction massive » avec comme objectifs: (1) d'assurer la ventilation courante - (2) de contrôler le courant d'air en cas d'incendie et d'éviter l'extension des fumées,
- Les accélérateurs sont répartis le long du tunnel avec un espacement de l'ordre de 100 m,
- Les ventilateurs axiaux d'apport d'air frais ou d'extraction d'air vicié et des fumées, sont situés dans des puits espacés de 600 m. Cette distance correspond à la longueur d'un tronçon de ventilation (**Figure n° 11**).

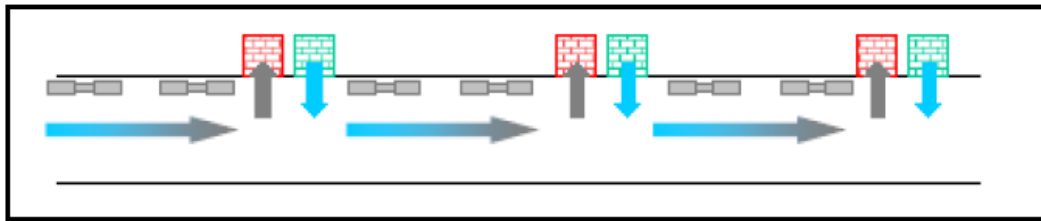


Figure 11 – ventilation longitudinale

- Les bretelles et branches routières sont équipées d'une ventilation longitudinale. Elles comportent également des puits de ventilation équipés de ventilateurs axiaux lorsque leur longueur dépasse 300 m,
- Les galeries reliant les deux tubes sont mises en surpression, avec une pression maximale de 50 Pa, pour permettre l'ouverture manuelle des vantaux de portes.

### 2.4.2 Principaux paramètres de conception

La puissance d'incendie prise en compte pour le dimensionnement est de 30 MW.

Les débits d'air de la ventilation courante sont calculés de façon à respecter les seuils maximaux suivants:

- CO 40 ppm,
- NO 2 ppm,
- Opacité 4.

### 2.4.3 Stratégie de fonctionnement de la ventilation courante

Les ventilateurs (accélérateurs et ventilateurs axiaux) sont mis en fonctionnement dès que les capteurs de mesure indiquent un dépassement des seuils de pollution admissibles.

### 2.4.4 Stratégie de fonctionnement de la ventilation en cas d'incendie

- Détection de l'incendie et de sa localisation par le câble thermométrique assurant une détection linéaire de température ou par la DAI (Détection Automatique d'Incident),
- Pendant la phase d'évacuation : mise en route des ventilateurs axiaux situés dans le tronçon de ventilation concerné par l'incendie afin d'extraire les fumées. Les accélérateurs du tronçon concerné sont arrêtés pour éviter la dé-stratification des fumées par les turbulences des courants d'air,
- Après évacuation de tous les usagers hors du tunnel : les opérateurs peuvent mettre en œuvre un mode de ventilation longitudinale en soufflant les fumées dans le sens de la circulation avec l'aide des accélérateurs, et modifier le fonctionnement des ventilateurs axiaux. L'objectif est alors de faciliter le travail des pompiers dans la zone de l'incendie en la débarrassant des fumées,

- Dans le cas où l'incendie est situé dans une bretelle ou une branche : la ventilation longitudinale de la bretelle est activée pour permettre l'évacuation des fumées dans le sens de circulation. Les usagers sont évacués de la zone d'incendie dans la direction opposée.

#### 2.4.5 Gestion de la ventilation

La gestion de la ventilation est automatique dans les conditions normales de circulation, en fonction des taux de pollution mesurés par les capteurs, des conditions de circulation et du volume de trafic. Elle est assurée en mode manuel par les opérateurs du poste de contrôle qui choisissent l'un des 149 modes préétablis afin de répondre aux incidents et aux conditions d'urgence susceptibles de survenir dans le tunnel, quelle qu'en soit leur localisation.

### 2.5 DISPOSITIONS ENVIRONNEMENTALES

#### 2.5.1 Qualité de l'air

Les quatre puits de ventilation sont équipés d'installations de traitement de l'air. Elles comportent des filtres électrostatiques pour réduire le nombre de particules rejetées dans l'atmosphère. Ces installations de traitement sont mises en fonctionnement dès que les ventilateurs axiaux d'extraction d'air vicié sont activés.

#### 2.5.2 Bruit

Des atténuateurs de bruit sont installés dans les usines de ventilation :

- En tête de puits, au niveau du terrain de surface, pour réduire la propagation du bruit des ventilateurs axiaux vers l'extérieur,
- En pied de puits, à l'interface avec le tunnel, pour réduire la propagation du bruit des ventilateurs axiaux vers l'intérieur du tunnel.

### 2.6 ÉQUIPEMENTS D'EXPLOITATION ET DE SÉCURITÉ

Le tunnel comporte tous les équipements habituels d'exploitation et de sécurité :

- Tuyaux d'incendie, extincteurs à poudre et bornes d'incendie à la disposition des pompiers,
- Aspersion d'eau pour la protection des structures des secteurs situés sous le niveau de la rivière, ainsi que dans les secteurs de chaussées superposées,
- Câbles de détection thermométrique,
- Contrôle du niveau d'éclairage avec un système dénommé DALI, qui permet de faire varier le niveau d'éclairage entre 30% aux heures de faible trafic et 70% aux heures de pointe de trafic, et jusqu'à 100% de l'intensité d'éclairage nominal en cas d'accident ou de travaux de maintenance,
- Circuit de vidéosurveillance raccordé à la DAI (Détection Automatique d'Incidents),
- Gestion Technique Centralisée (GTC),
- Boucles de comptage du trafic,
- Signalisation directionnelle des entrées et sorties, signalisation des équipements de sécurité et de secours, ainsi que des issues de secours et signalisation prescriptive de police.

## 3. EXPLOITATION

Le tunnel « M30 - Rio » est exploité à partir de deux postes de commande (un poste normal et un poste de secours en redondance), avec une présence permanente des opérateurs.

Des équipes de première intervention et de support à la maintenance sont implantées en quatre points extérieurs au tunnel. Ces équipes sont à proximité immédiate d'un accès vers l'intérieur du tunnel pour permettre de garantir une présence sur le site de l'incident dans un délai de 6 à 8 minutes après demande d'intervention. Chaque équipe comporte un véhicule de lutte contre l'incendie, un véhicule doté d'équipements mobiles de signalisation, ainsi qu'un véhicule de dépannage permettant le chargement et l'évacuation d'un véhicule en panne ou accidenté.