

Annexe 1.3 - JAPON – tunnel de Yamate à Tokyo

1. SOMMAIRE - LONG TUNNEL SUR UNE VOIE EXPRESS EN ZONE URBAINE

La population du « Grand Tokyo » est de 30 millions d'habitants, soit environ le quart de toute la population du Japon. Le réseau d'autoroutes urbaines de cette métropole est à péage et présente une longueur totale de 301,3 km. Ce réseau comporte principalement deux périphériques concentriques, l'un interne situé dans la partie centrale de Tokyo, et l'autre externe en cours de réalisation. Ce réseau comporte également dix radiales reliant les différents quartiers satellites de l'agglomération au centre-ville de Tokyo (**Figure n°1**). Le périphérique interne a été aménagé pour diminuer le trafic important de transit sur le boulevard circulaire du centre-ville et pour réduire les bouchons récurrents de circulation.

Le tunnel routier de Yamate, d'une longueur de 9,8 km est situé dans la partie ouest du périphérique interne. Le tunnel a été construit en totalité sous l'emprise des voies existantes en surface. Son aménagement a nécessité 18 années de travaux, de 1992 à 2010. Il s'agit d'un ouvrage très complexe comportant de nombreuses difficultés de réalisation comme des échangeurs souterrains, des connections entre tunnels, et l'aménagement en simultané du boulevard existant à l'air libre pour le porter de 22 m à 40 m de largeur. Ces difficultés sont les raisons principales de la durée importante des travaux d'aménagement.

Le tunnel a été construit essentiellement au tunnelier doté d'un bouclier. Le tunnel comporte deux tubes parallèles de 11,0 m de diamètre intérieur. Chaque tube comporte deux voies de circulation. Les deux tubes sont situés au même niveau altimétrique, sauf localement où leurs profils en long sont décalés du fait des bretelles d'entrée et de sortie au voisinage de l'échangeur avec la Route n°3 en direction de Shibuya.

Le tunnel de Yamate comporte quatre entrées, cinq sorties et deux échangeurs autoroutiers. Il sera prolongé en 2015 par un tronçon en tunnel de 8,4 km de longueur qui comportera une entrée et deux sorties. Le tunnel de Yamate deviendra alors le plus long tunnel autoroutier au Japon.

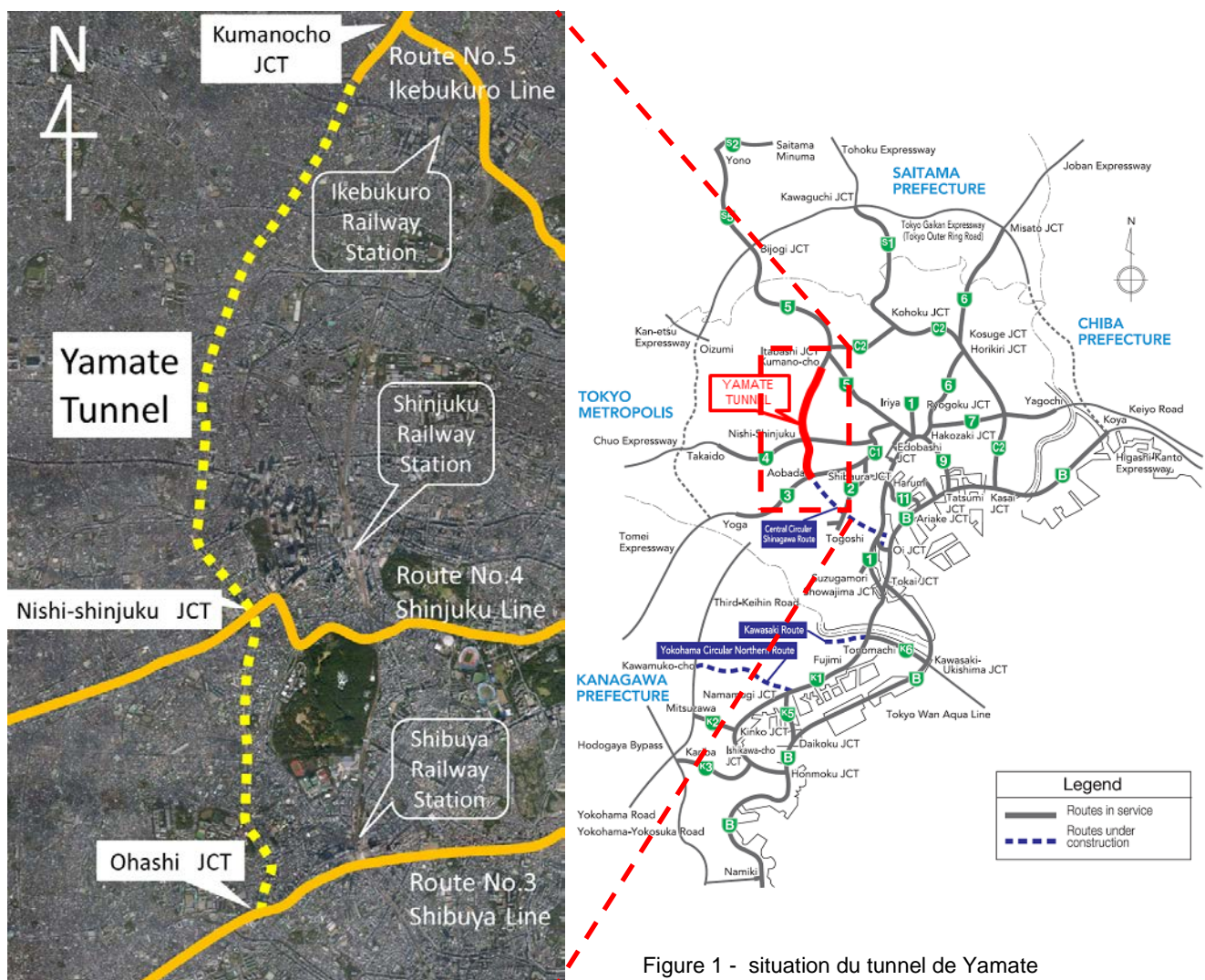


Figure 1 - situation du tunnel de Yamate

2. CARACTÉRISTIQUES

2.1 GÉOMETRIE

- La longueur du tunnel est de 9,8 km,
- La déclivité maximale est de 6%,
- Le rayon minimum des courbes en tracé en plan est de 204 m.

Le tracé en plan du tunnel est représenté en **figure n°2** ci-dessous. On distingue les quatre entrées, les cinq sorties et les deux échangeurs autoroutiers.

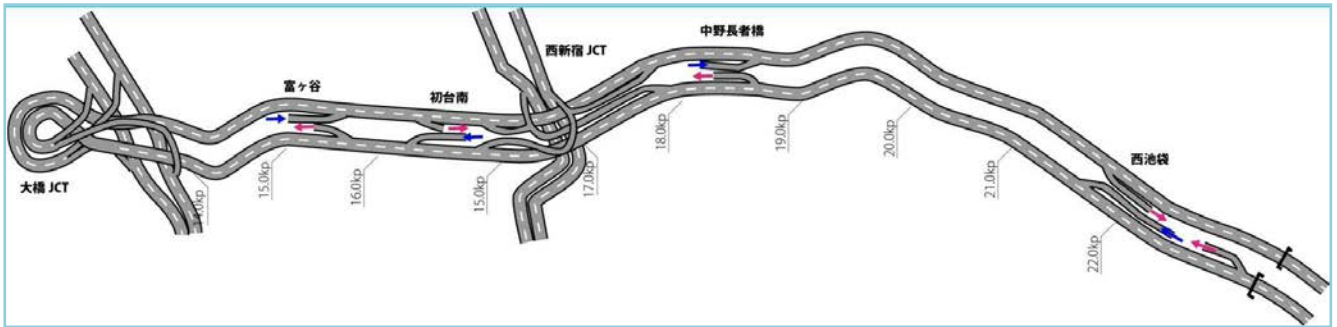


Figure 2 – tracé général du tunnel de Yamate

2.2 PROFIL EN TRAVERS TYPE

La **figure n°3** présente le profil en travers type de la section construite au bouclier. Elle comporte:

- 2 voies dans chaque tube unidirectionnel,
- La largeur de chaque voie est de 3,25 m,
- Hauteur libre de 4,50 m (+0,2 m de revanche),
- Le tunnel est interdit aux véhicules transportant des matières dangereuses.

2.3 ISSUES DE SECOURS

- Les issues de secours sont implantées avec une inter-distance de l'ordre de 350 m,
- Les issues de secours sont de trois types selon leur position géographique: (1) galerie indépendante inscrite dans la section circulaire – (2) galerie de passage entre les deux tubes – (3) escaliers donnant accès directement à l'air libre,
- toutes les issues de secours sont fermées par des portes et pressurisées.

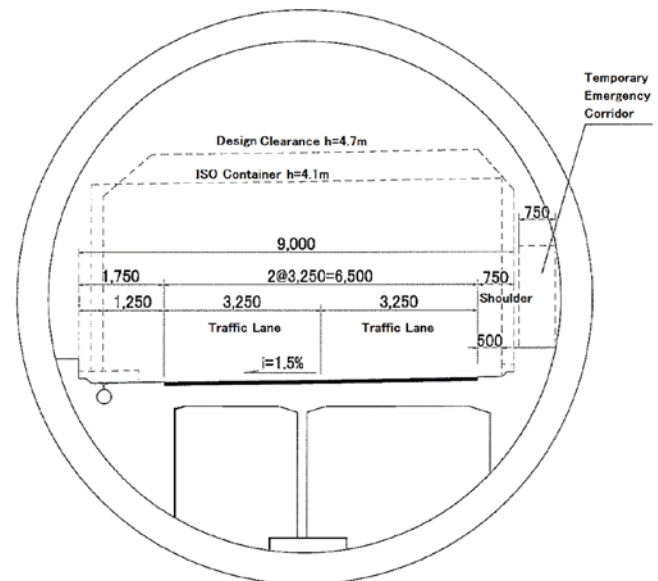


Figure 3 – profil en travers type au tunnelier

La **figure n°4** ci-dessous présente les principaux équipements d'exploitation et de sécurité.



- 2- vidéosurveillance
- 3- éclairage
- 4- haut-parleur
- 5- radiocommunications
- 6- détection d'incendie
- 7- aspersion d'eau
- 9- trappes d'extraction des fumées
- 10- extincteur et poteau d'incendie à mousse
- 11- bouton d'alarme
- 12- téléphone d'appel d'urgence
- 13- issue de secours

1- Poste de contrôle de la circulation



8- Feux tricolores – portique de contrôle d'accès et barrières - panneau à messages variables



Figure 4 – principaux équipements d'exploitation et de sécurité du tunnel de Yamate

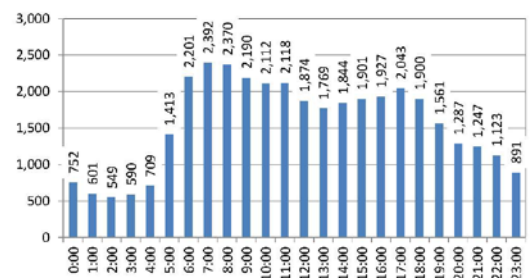
2.4 CONDITIONS DE TRAFIC

2.4.1 Dispositions générales

- TMJA (Trafic Moyen Journalier Annuel): 35.000 véh. / jour,
- Vitesse limitée à 60 km/h,
- Accès interdit aux bicyclettes et aux piétons,
- Pas de bouchon de trafic récurrent dans le tunnel.

2.4.2 Répartition quotidienne du trafic

La **figure n°5** montre la répartition horaire quotidienne du trafic. Le diagramme du bas représente le volume du trafic tournant dans le sens des aiguilles d'une montre. Celui du haut représente le trafic dans le sens opposé.

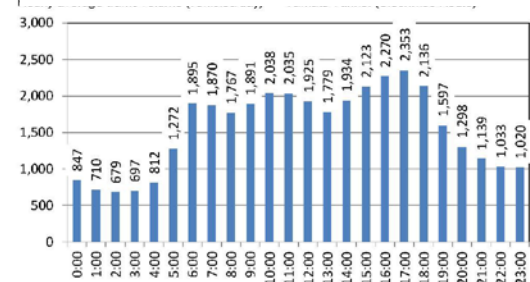


2.4.3 Accidents

Les résultats d'analyse des accidents sont les suivants:

- Moyenne de 17 accidents dans la direction opposée au sens des aiguilles d'une montre, avec une concentration de 7 accidents dans la courbe de 270 m de rayon,
- Moyenne de 10 accidents dans le sens des aiguilles d'une montre avec une répartition homogène le long du tunnel,
- Pas de concentration particulière d'accident dans les secteurs des entrées et sorties.

Figure 5 – distribution horaire du trafic



2.5 VENTILATION

L'installation de ventilation est du type « ventilation transversale ». Elle comporte des dispositifs de traitement de l'air. Ses principales caractéristiques sont les suivantes ;

- 9 stations de ventilation,
- Ventilation transversale,
- Chaque station de ventilation comporte une installation d'élimination du dioxyde d'azote (NO₂) en faible concentration, une installation de traitement de l'air, ainsi que des absorbeurs de bruit (**Figures n° 6 & 7**). Ces installations ont éliminé plus de 90% du NO₂ et plus de 80% des particules en suspension dans l'air.



Figure 6 – tours de ventilation et atténuateur de bruit

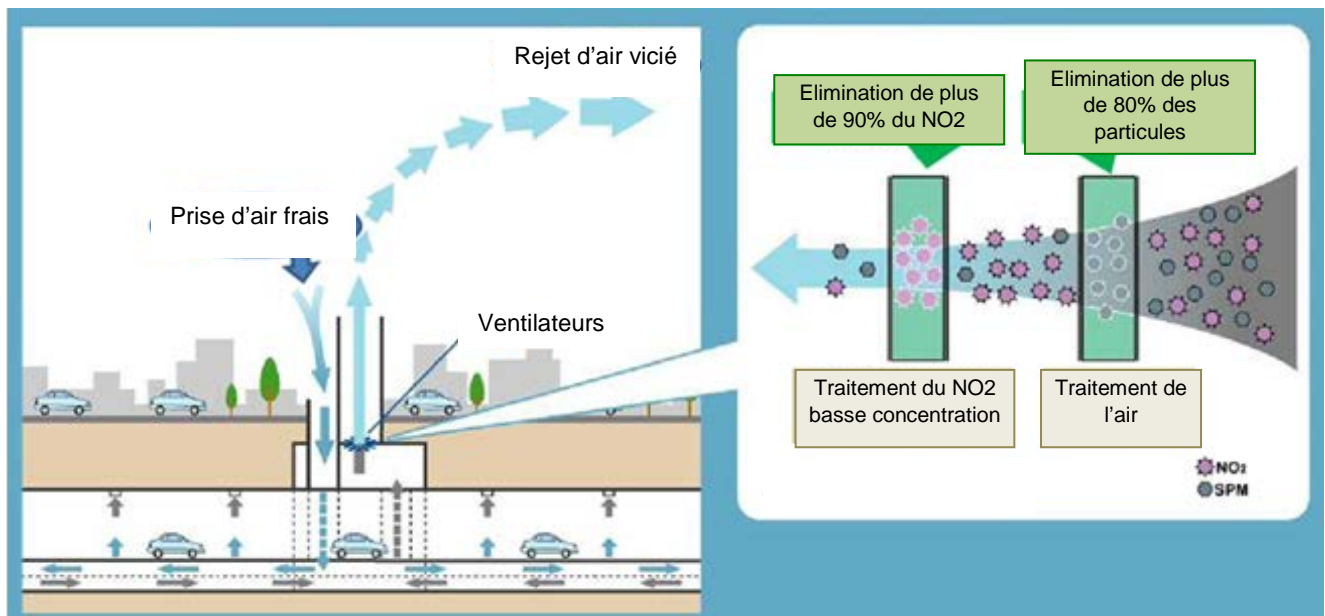


Figure 7 – esquisse des installations de traitement d'air

2.6 AUTRES ÉQUIPEMENTS

2.6.1 Sprinklers

Le tunnel de Yamate est équipé de sprinklers à eau, dont les objectifs sont les suivants en cas d'incendie:

- Réduction du niveau de la température,
- Lutte contre l'incendie,
- Meilleur confinement de l'incendie,
- Protection des structures et des équipements.

Les caractéristiques de l'installation sont les suivantes : débit d'eau de 6 litres / minute / m² pendant 40 minutes. Les sprinklers sont télécommandés depuis le poste de commande et activés dès qu'un incendie est détecté. L'eau est vaporisée en brouillard par tronçon de 50 m pour éviter l'extension et la propagation de l'incendie.

2.6.2 Signalisation

Une signalisation variable d'alerte est installée sur portiques aux entrées du tunnel, dans les zones d'insertion et aux bretelles de sortie pour mettre en garde les usagers et éviter les accidents de queue de bouchon.

3. EXPLOITATION

3.1 ORGANISATION

Le tunnel de Yamate est piloté à partir d'un poste de contrôle avec la présence permanente d'opérateurs.

Les informations relatives aux conditions de circulation sont échangées avec les autres exploitants autoroutiers, NEXCO Est and Ouest. Deux officiers de police assurent une présence permanente au centre de contrôle du trafic du réseau autoroutier de la métropole.

3.2 DISPOSITIONS EN CAS D'INCIDENTS OU D'URGENCE

La télésurveillance, les détecteurs de présence de véhicules, ainsi que les détecteurs d'incendie installés dans le tunnel permettent aux opérateurs du poste de contrôle de disposer immédiatement des informations relatives aux incidents, accidents, à la formation de bouchon, puis de suivre leurs évolutions en temps réel.

Les usagers ont à leur disposition des extincteurs, des boutons d'alarme, des téléphones d'appel d'urgence, ainsi que les issues de secours et d'évacuation. En cas d'incendie ou d'autres situations d'urgence, les opérateurs leur transmettent les informations et instructions à suivre par les haut-parleurs ou le système de retransmission radio.



Figure 8 – patrouille motocycliste

Les incidents inhabituels tels que les accidents ou les incendies sont détectés automatiquement par la DAI (Détection Automatique d'Incidents) (**Figure n° 9**) par analyse des images de la vidéosurveillance, puis affichés sur les moniteurs du poste de contrôle.

Les patrouilleurs à moto (**Figure n° 8**) accèdent sur le lieu de l'incident dans des délais très brefs y compris dans le cas de bouchon de circulation.

3.3 CONCEPT DE LA DAI

L'objectif est de détecter immédiatement et automatiquement :

- Les véhicules à l'arrêt,
- Les ralentissements du trafic,
- Les congestions de circulation,
- Les comportements inhabituels.

355 caméras sont installées le long des 10 km de tunnel assurant une couverture intégrale (**figure n° 9**).



Yamate Tunnel
- 10km length
- 355 cameras



Figure 9 – Détection Automatique d'Incidents

La **figure n° 10** ci-dessous montre les informations données par la GTC (Gestion Technique Centralisée) et le système informatique du poste de contrôle dans les conditions normales de circulation (image du haut) et dans le cas de détection d'un incident (image du bas).

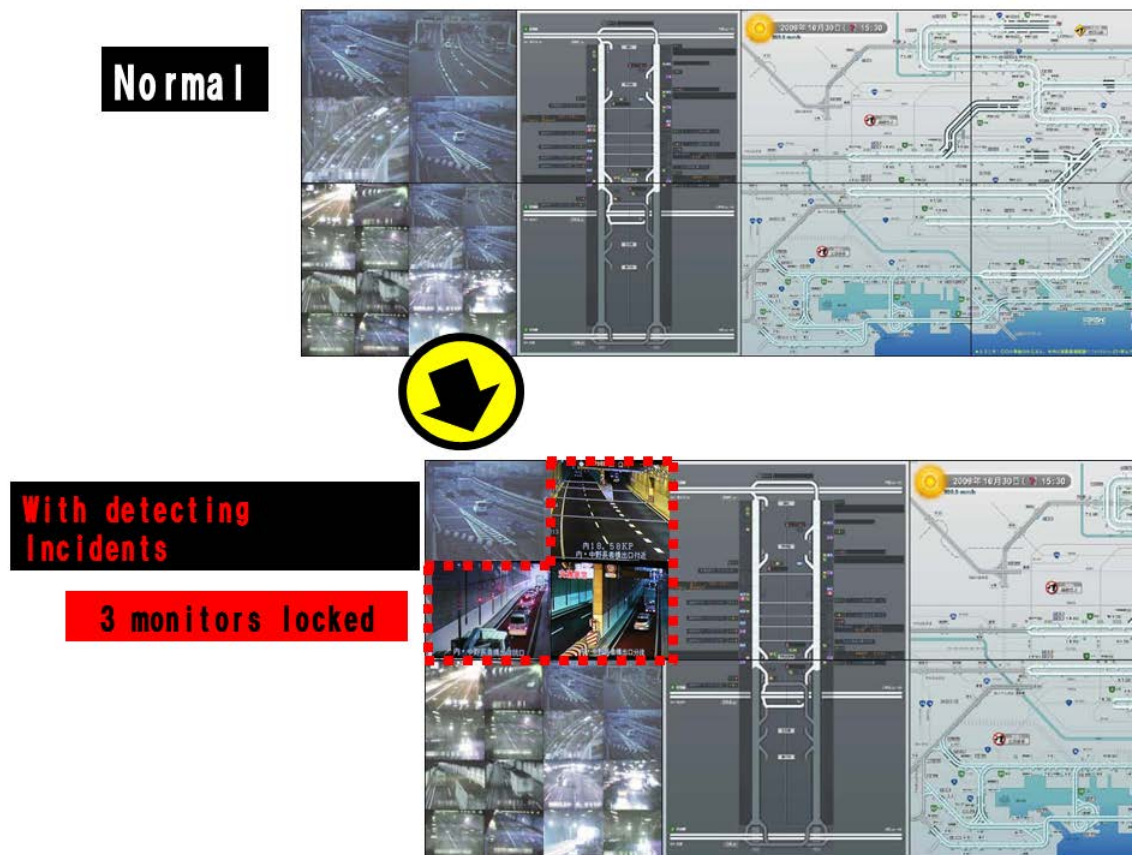


Figure 10 - DAI – informations données par la GTC