

Annexe 2.1 - AUTRICHE – Vienne – tunnel de Kaisermühlen

1. SOMMAIRE – TUNNEL AUTOROUTIER URBAIN

Le tunnel de “Kaisermühlen” est situé à Vienne en Autriche. C’est un tunnel autoroutier qui fait partie de l’A22 « Autoroute du Danube ». C’est le plus long tunnel routier de Vienne. C’est aussi le tunnel qui a le plus de trafic en Autriche (environ 155.000 véhicules/jour en 2014). Il a été réalisé en tranchée couverte. Il traverse la “Cité du Danube”, le pont du Reich et des quartiers résidentiels du district de Kaisermühlen (**Figure n° 1**). Le tunnel longe le Danube en rive gauche.



Figure 1 – situation du tunnel de Kaisermühlen

Le tunnel de Kaisermühlen appartient à « ASFINAG », société publique, qui en est également l’exploitant.

Le tunnel a été construit en deux étapes. Le premier tronçon de 1 km de long entre la tête Est et le pont du Reich a été mis en service en 1988. Le second tronçon d’une longueur de 1,2 km entre le pont du Reich et Kagran a été mis en service en 1994. Le tunnel comporte deux tubes à quatre voies chacun (**Figures n° 2 & n°3**). La présence de plusieurs diffuseurs, de voies collectrices et de bretelles d’accès fait de ce tunnel une infrastructure routière souterraine complexe.

Le tunnel ne satisfaisant plus aux normes et à la législation autrichienne, ASFINAG a décidé en 2010 de lancer un programme de rénovation et de mise en conformité de façon à améliorer le niveau de sécurité, à se conformer à la Directive Européenne 2004/54/EG, ainsi qu’à la réglementation autrichienne (RVS). Cette mise à niveau concerne les équipements d’exploitation et de sécurité, ainsi que les installations de ventilation.

2. CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES

2.1 GÉOMÉTRIE

- Longueur du tunnel : environ 2.150 m,
- Tracé en plan : rectiligne avec des courbes de très grand rayon,
- Profil en long : déclivité maximale de 2,50 %,
- Diffuseurs : 10 bretelles d’accès,
- Bande d’arrêt d’urgence : 1 BAU dans chaque tube,
- Hauteur libre : ≥ 5,10 m.

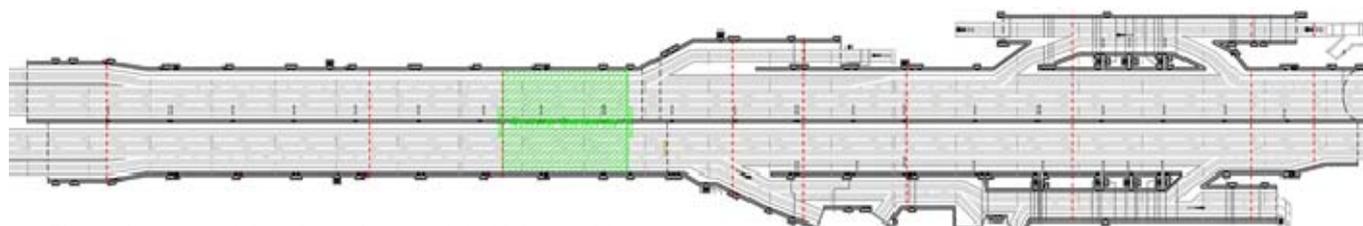


Figure 2 – vue schématique du tunnel de Kaisermühlen



Figure 3 – Profil en long du tunnel de Kaisermühlen

2.2 PROFIL EN TRAVERS TYPE

2.2.1 Tunnel autoroutier

Le profil en travers type du tunnel est représenté **figure n°4** ci-dessous. Ses caractéristiques principales sont:

- Largeur des voies du tunnel principal : minimum de 3,25 m,
- Largeur des voies des bretelles d'entrée et de sortie : minimum de 3,70 m,
- Hauteur libre des espaces de circulation : $\geq 5,10$ m.

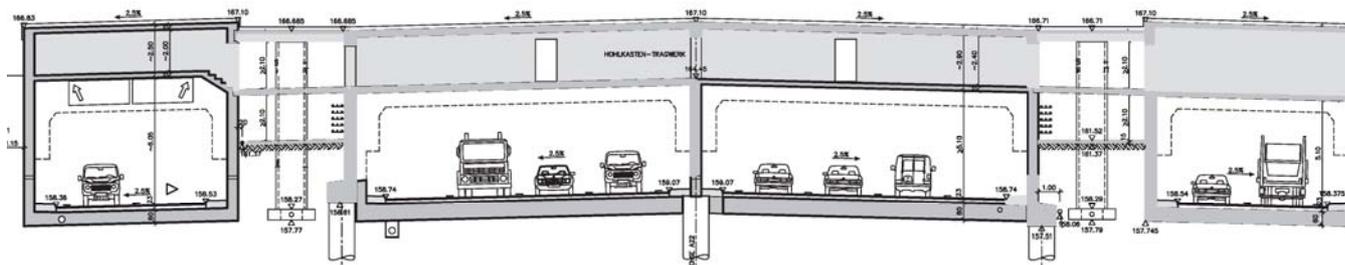


Figure 4 – profil en travers type

2.2.2 Issues de secours

Les issues de secours sont de deux types :

- Escaliers d'évacuation et d'accès des secours: 4 escaliers fermés par des portes et ventilés (**figure n°5**),
- Passages entre les deux tubes: 27 passages avec une inter-distance de 100 m entre deux passages.

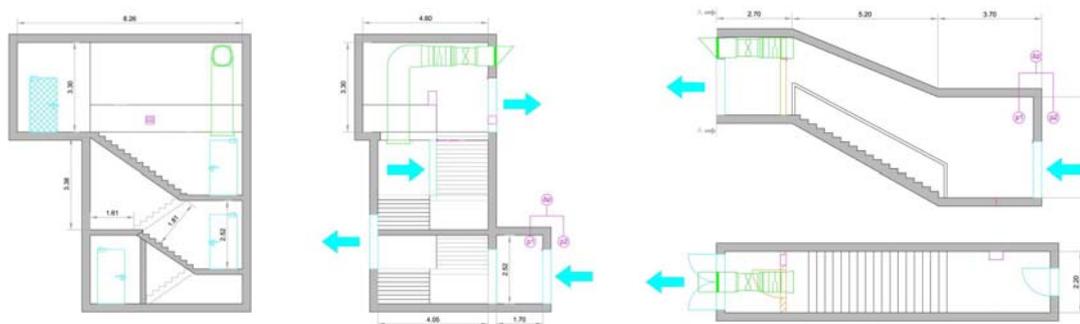


Figure 5 – escaliers d'accès et de secours

2.3 CONDITIONS DE CIRCULATION – PANNES ET ACCIDENTS

2.3.1 Dispositions générales

- Trafic poids lourds : passage autorisé,
- Passage de matières dangereuses : passage autorisé,
- Autobus : passage autorisé,
- Bicyclettes et piétons : accès interdit,
- TMJA (trafic moyen journalier annuel) : 155.933 véh. / jour (2014) croissance annuelle d'environ 0,5 %,
- Limitation de vitesse véhicules légers : 80 km/h (radars de contrôle de la vitesse),
- Limitation de vitesse poids lourds : 60 km/h,
- Vitesse aux heures de pointe de trafic : entre 25 et 35 km/h
- Détection des bouchons de circulation : boucles en tunnel avec renvoi d'alarme au Poste de Contrôle.

2.3.2 Volume du trafic

La figure n°6 représente la répartition mensuelle du trafic

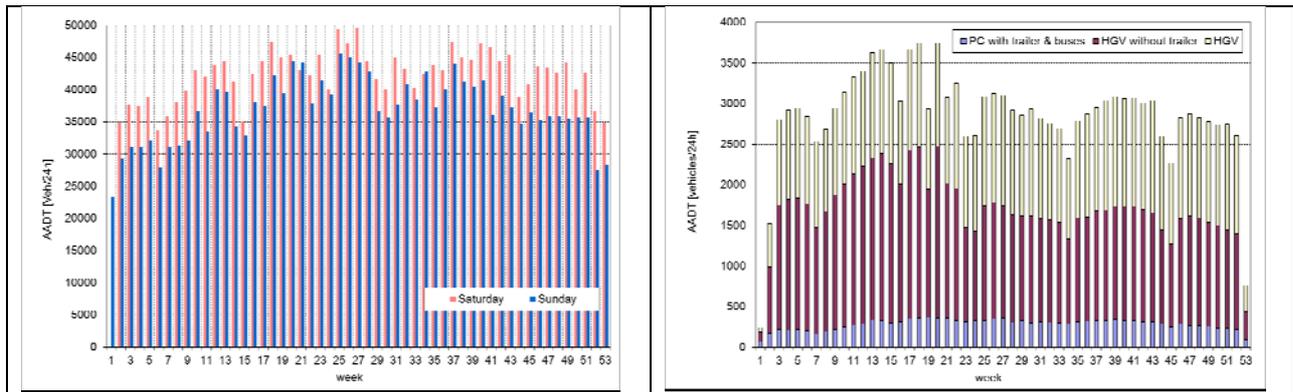


Figure 6 – trafic annuel samedi et dimanche (à gauche) – trafic annuel poids lourds (à droite)

2.3.3 Pannes et accidents avant les travaux de rénovation

Le nombre d'accidents entre le 01/01/2006 et le 01/01/2013 est le suivant:

- À l'intérieur du tunnel : 70 accidents,
- En dehors du tunnel (à proximité) : 22 accidents.

2.4 VENTILATION

2.4.1 Ventilation du tunnel principal

Le tunnel principal est équipé d'une installation de ventilation longitudinale. Les accélérateurs réversibles sont situés au voisinage des têtes de tunnel (**figure n°7**).

Dans les conditions courantes la ventilation est en mode longitudinal avec un régime de fonctionnement qui dépend des valeurs mesurées des distances de visibilité, du taux de monoxyde de carbone et de la vitesse du courant d'air (≤ 10 m/s).

Les objectifs de l'installation de ventilation sont les suivants en cas d'incident ou d'urgence :

- établir un courant d'air de l'ordre de 2,0 m/s dans l'espace de circulation,
- contrôler le courant d'air et sa vitesse longitudinale en cas d'incendie,
- dans le cas d'incendie, permettre également d'obtenir un courant d'air de l'ordre de 1,5 m/s – 2,0 m/s.

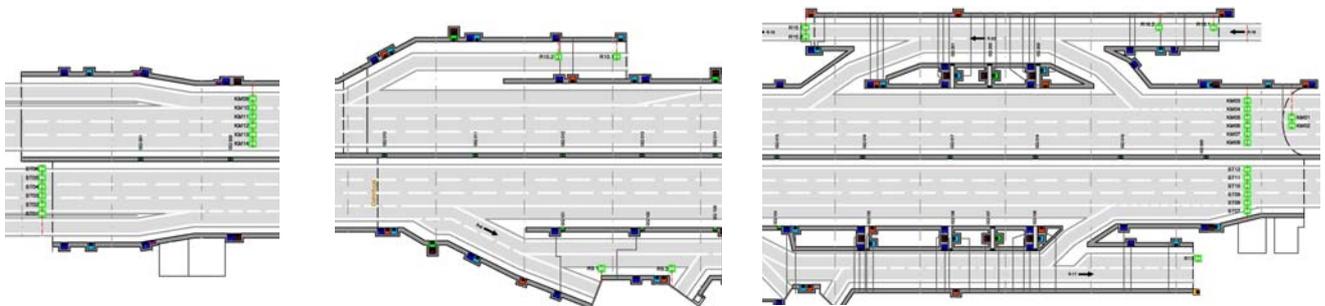


Figure 7 – esquisse de l'installation de ventilation du tunnel principal

L'installation de ventilation est pilotée automatiquement par la GTC (Gestion Technique Centralisée) pour les conditions normales de ventilation ou en cas d'incident. Le fonctionnement de la ventilation en cas d'incendie suit des scénarios spécifiques adaptés aux conditions de site, et qui sont destinés à assurer la sécurité des usagers à l'intérieur du tunnel.

2.4.2 Ventilation des bretelles des diffuseurs

La ventilation des bretelles d'accès est assurée par l'installation de ventilation du tunnel principal, ainsi que par des accélérateurs complémentaires situés sur les bretelles pour réguler la vitesse du courant d'air à l'intérieur des tunnels des bretelles (**figure n°8**). Selon la position de l'incendie dans le tunnel principal, les bretelles peuvent être également utilisées pour évacuer les fumées et réduire ainsi la longueur du tronçon du tunnel principal affecté par les fumées.

Dans les conditions normales d'exploitation, les accélérateurs des bretelles sont à l'arrêt.

En cas d'incident, et en particulier en cas d'incendie, les accélérateurs des bretelles permettent de contrôler le courant d'air des bretelles et de contribuer à l'efficacité globale de l'installation de ventilation du tunnel principal.

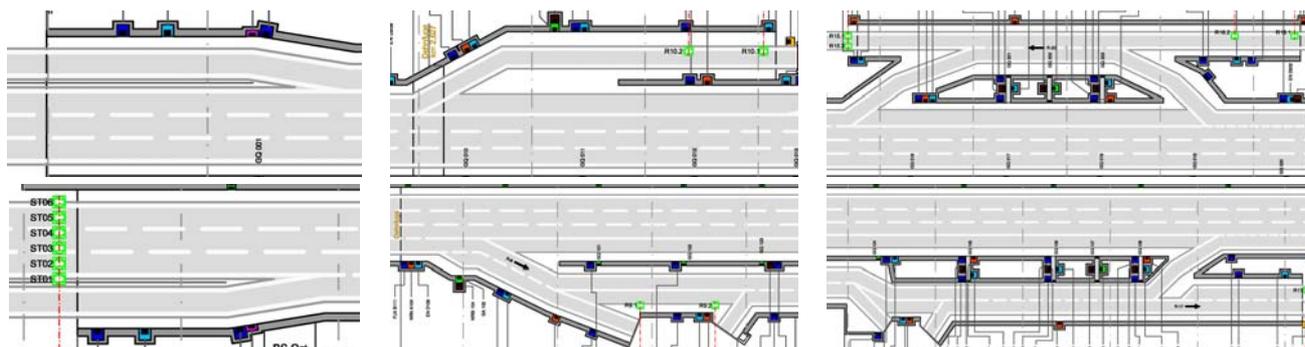


Figure 8 – esquisse de l'installation de ventilation des tunnels des bretelles

2.5 DISPOSITIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

2.5.1 Qualité de l'air

Il n'y a pas de disposition particulière de prise en compte de l'impact environnemental à l'extérieur du tunnel.

2.5.2 Bruit

Les accélérateurs sont équipés de silencieux.

2.5.3 Qualité de l'eau

Les eaux sont recueillies à l'intérieur du tunnel par des caniveaux à fente continue et collectées vers des bassins situés aux têtes de tunnel. Ces bassins sont équipés de dispositifs de décantation et de déshuilage.

2.6 ÉQUIPEMENTS D'EXPLOITATION ET DE SÉCURITÉ

Les deux tunnels sont équipés de tous les dispositifs habituels d'exploitation et de sécurité. Les communications avec les usagers ont fait l'objet d'une attention particulière, de même que la gestion de la circulation et la sécurité : atténuateurs de choc, réseau de vidéosurveillance, Gestion Technique Centralisée (GTC), Détection Automatique d'Incident (DAI), câbles de détection thermométrique, Poste central de contrôle et de supervision, etc.

2.6.1 Supervision acoustique (AKUT)

Les microphones placés en tunnel transmettent leurs informations à une base spécifique de données. Ces données sont analysées par un logiciel ad hoc qui permet de distinguer les bruits normaux de circulation par rapport aux bruits inhabituels comme des accidents ou des coups de frein intenses. Les alarmes ainsi détectées activent automatiquement la caméra la plus proche de la zone où le son a été émis, permettant au personnel du poste de contrôle d'agir immédiatement.

2.6.2 Atténuateurs de choc

Des atténuateurs de choc sont installés aux têtes du tunnel ainsi qu'aux points de séparation des bretelles de sortie. Ils ont pour objectif d'absorber la puissance d'un impact éventuel avec les superstructures du tunnel ou de rediriger les véhicules vers les voies de circulation.

2.6.3 Énergie

Le tunnel est équipé d'une source autonome d'énergie par groupe électrogène en cas de coupure du réseau public d'alimentation électrique.

2.6.4 Poteaux d'incendie

Des poteaux d'incendie raccordés à la conduite d'eau humide sont installés tous les 125 à 150 m à l'intérieur du tunnel. Leur implantation a été fixée en concertation avec les services de lutte contre l'incendie.

2.6.5 Systèmes de supervision de haute technologie

De nombreux systèmes de haute-technologie équipent le tunnel et permettent une réponse immédiate en cas d'incident ou d'alarme : détection automatique d'incident (DAI) à partir des images de vidéosurveillance, câble thermométrique de détection linéaire et continue d'un incendie, capteurs d'ouverture des portes, alarmes en cas d'urgence par activation manuelle ou automatique, etc.

2.6.6 Systèmes d'information des usagers

Les usagers sont informés en temps réel, notamment des conditions de trafic ou des incidents, par des panneaux à messages variables, des messages retransmis par radio et des haut-parleurs.

2.6.7 Système d'éclairage intelligent

Des capteurs de mesure de l'éclairage permettent d'adapter à chaque instant le régime d'éclairage à l'intérieur du tunnel pour optimiser la vision humaine. Plus le niveau d'éclairage est élevé à l'extérieur du tunnel, plus le niveau d'éclairage est renforcé dans les zones d'entrée pour garantir une meilleure adaptation oculaire et améliorer la sécurité.

2.6.8 Postes téléphoniques d'appel d'urgence

Les postes d'appel d'urgence sont implantés tous les 125 m dans des niches éclairées.

2.6.9 Conditions de circulation

Le réseau de vidéo-surveillance transmet des images au poste de contrôle. Les capteurs situés à l'intérieur du tunnel transmettent des informations complémentaires relatives au volume de trafic, à la visibilité et à la qualité de l'air. En cas de perturbation de trafic, la circulation peut être gérée rapidement et de façon adéquate par les opérateurs du poste de contrôle.

2.6.10 Section de contrôle de vitesse

Les sections de contrôle de la vitesse permettent d'obtenir une vitesse homogène des véhicules sur le tronçon de route placé sous surveillance (**figure n°9**).

Cette disposition améliore indubitablement la sécurité routière pour les tronçons présentant des risques élevés d'accident. Depuis que ce système a été installé en 2003, la vitesse moyenne des véhicules légers a baissé de 10 km/h, et celle des poids lourds de 15 km/h. Le nombre d'accidents avec des blessés a chuté de deux tiers.

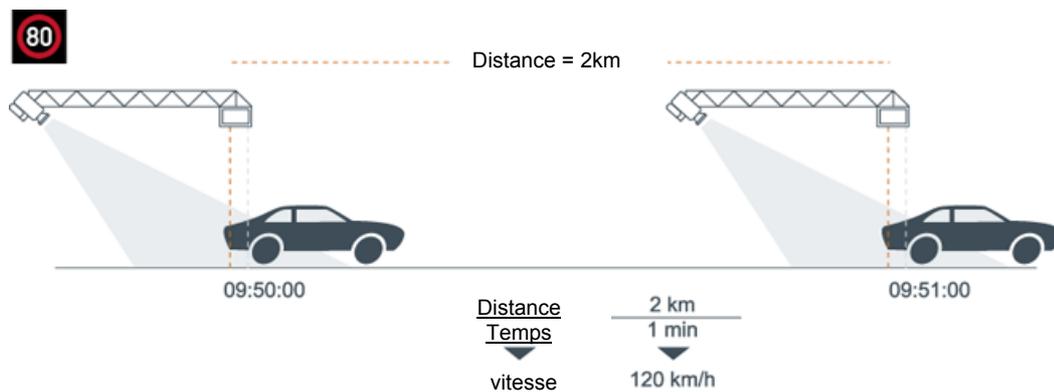


Figure 9 – la vitesse moyenne des véhicules est calculée sur un tronçon prédéterminé

3. EXPLOITATION

Le tunnel de Kaisermühlen est exploité à partir d'un poste central de contrôle occupé 24h / 24h.