

Tunnels de Glion: faire vite et bien

Autor(en): **Dériaz, Alain / Friedli, Michel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tracés : bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **131 (2005)**

Heft 07: **Glion voie rapide**

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-99371>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Tunnels de Glion : faire vite et bien

La sécurisation des tunnels de Glion constitue l'élément central des travaux engagés par le Service des routes du canton de Vaud entre 2004 et 2005 sur l'ensemble du segment UPlaNS¹ 008, entre les jonctions autoroutières de Montreux et de Villeneuve. Dès son origine, ce projet a été confronté à des impératifs socio-économiques imposant une exécution aussi rapide que possible des travaux. Alors que les travaux du second tube vont redémarrer, un petit retour sur quelques-uns des éléments techniques qui ont permis de réduire à moins de huit mois les interventions sur chacun des tubes s'impose.

Le cahier des charges établi par le maître de l'ouvrage pour les travaux demande entre autres :

- d'assurer la sécurité active et passive des usagers, notamment par la mise en œuvre d'une ventilation conforme à la nouvelle directive de l'OFROU ;
- de rénover ou reconstruire les parties dégradées pour assurer une durabilité jusqu'à l'horizon 2020-2025 ;
- d'adapter l'ouvrage pour faciliter sa maintenance et son entretien.

Les travaux de génie civil concernent principalement la démolition de la dalle intermédiaire et des parements préfabriqués afin de libérer l'espace nécessaire pour la construction d'une nouvelle voûte sans pour autant minimiser le gabarit d'espace libre. Les figures 1 et 2 précisent la nature et l'enchaînement des travaux de démolition et de reconstruction dans les tunnels.

Ces travaux sont accompagnés de mesures visant à mettre en conformité les dispositifs incendie, à améliorer l'étanchéité et la gestion des eaux ou encore à rénover les parties de l'ouvrage dégradées par 30 ans d'exploitation (bordures, caniveaux fendus, siphons coupe-feu, revêtement de la chaussée, etc.).

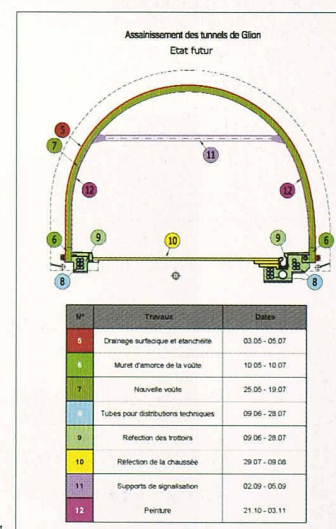
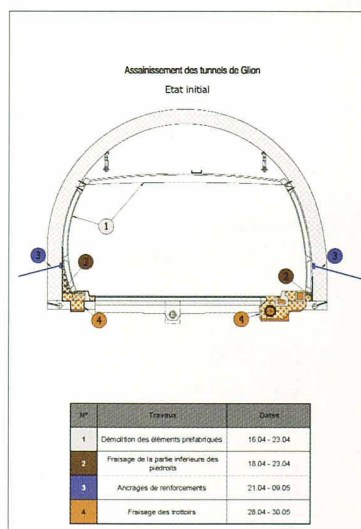
L'avant-projet a montré qu'il était possible d'enchaîner les importants travaux de génie civil et d'équipement dans un

temps relativement court (7,5 mois par tunnel, soit un peu plus de 200 jours). Pour cela, il fallait disposer de personnel qualifié pour travailler en continu (24h/24 et 7j/7) et d'installations spécifiques pour garantir l'exécution rapide des deux tâches identifiées comme critiques : la démolition du revêtement préfabriqué des tunnels et surtout, le bétonnage de la nouvelle voûte.

Démolition

La démolition des éléments à remplacer devait être effectuée aussi vite que possible afin de disposer d'un maximum de temps pour la reconstruction. Les travaux ont débuté par le démontage de tous les équipements électromécaniques : sciage et démontage des câbles électriques, enlèvement des drains en PVC suspendus à la calotte, dépose et évacuation des caniveaux en *eternit* en prenant bien soins de ne pas les casser (émanation d'amiante), découpage et évacuation des vieux ventilateurs, etc. Tous les déchets ont ensuite dû être triés en vue de leur recyclage.

Parallèlement à ces travaux, les structures métalliques des deux portails ont été découpées au chalumeau et déposées avec de grosses grues, pour être ensuite évacuées par camions.



¹ UPlaNS : UnterhaltsPlanung National-Strassen (planification de l'entretien des routes nationales)

Fig. 1 : Coupe transversale : état initial, enchaînement des travaux de démolition

Fig. 2 : Coupe transversale : état futur, enchaînement des travaux de reconstruction

Fig. 3 : Démolition de la dalle avec une pelle équipée d'une pince hydraulique

Fig. 4 : Fraisage de la base de la voûte pour l'élargissement des trottoirs

Fig. 5 : Caméras montées sur un véhicule pour le relevé 3D de la voûte existante

Fig. 6 : Documents transmis - après traitement des données mesurées par les caméras - à la direction locale des travaux pour définir les zones à fraiser

Fig. 7 : Transport d'un coffrage de 115 tonnes en direction du tunnel

Fig. 8 : Vérins sur un coffrage de la voûte

Fig. 9 : Bétonnage de la voûte du tunnel



3



4



5

La démolition des éléments en béton préfabriqué ne pouvait commencer qu'une fois les installations électromécaniques démontées. Ces travaux ont été entrepris simultanément depuis les deux fronts d'attaque, en doublant le nombre de machines. La vieille dalle a été croquée et démolie par une pelle sur chenille de 30 tonnes, équipée d'une pince hydraulique (fig. 3), les parements étant arrachés juste derrière par une autre pelle. Les éléments tombés sur la chaussée étaient alors cassés en morceaux, puis chargés dans des bennes que des camions évacuaient en continu. Les déchets ont été acheminés à la DCMI (décharge contrôlée pour matériaux inertes) des carrières d'Arvel situées à proximité du chantier. Dans le même temps, les parties métalliques (canaux de ventilation) situées derrière les parements préfabriqués ont été extraites des gravats pour être stockées et évacuées séparément. Le reprofilage des parements - pour l'élargissement des trottoirs - s'enchaînait immédiatement derrière, à l'aide de deux pelles équipées de haveuse (fig. 4). Deux gros ventilateurs ont assuré la ventilation pendant tous ces travaux de démolition et les équipes se sont relayées 24h sur 24 jusqu'à ce que la totalité des matériaux soient évacués.

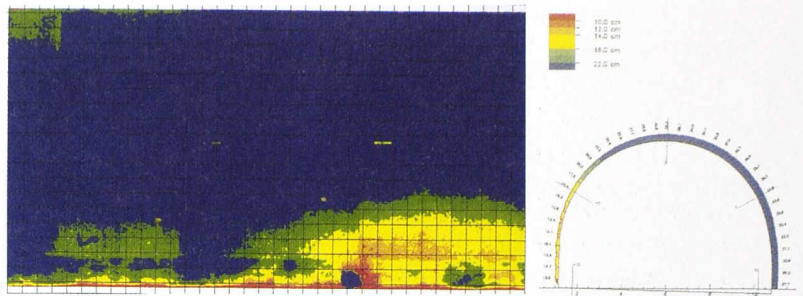
Débutée le 15 avril, la démolition s'est achevée neuf jours plus tard : le tunnel était alors libre pour le relevé du béton de la voûte et le passage des coffrages.

Relevé géométrique de la voûte

En théorie, l'espace créé par le démontage des parements préfabriqués ne laissait que 20cm de libre pour la nouvelle voûte en béton. Cette dernière, coulée sur place, devait impérativement respecter le gabarit d'espace libre de la chaussée. De plus, la position exacte de la voûte existante du tunnel n'était pas garantie. Afin de disposer d'informations fiables, un relevé 3D de la voûte a été effectué une fois les travaux de démolition terminés.

Le système utilisé intègre un théodolite motorisé, des appareils photographiques pour la saisie d'images numériques et un logiciel d'analyse et de traitement pour l'exploitation. Pendant le relevé, le théodolite est mis en station et positionné par rapport aux points fixes du géomètre. Deux caméras sont placées sur un bras rotatif et prennent des couples de photos de la surface du tunnel (fig. 5). Les images sont immédiatement stockées sur un ordinateur portable, puis transférées au bureau pour y être traitées.

La position théorique de la nouvelle voûte étant parfaitement connue, le relevé permet de déduire l'épaisseur théorique du nouvel anneau intérieur à n'importe quel endroit. Les épaisseurs de l'anneau en béton sont ensuite



6

reportées par tranche de couleurs sur des vues développées de la voûte afin de déterminer les endroits devant être reprofilés (fig. 6). Ces zones sont ensuite reportées par la direction locale des travaux sur les parements et la calotte du tunnel afin d'indiquer aux machinistes les zones et les épaisseurs à aléser.

Le relevé avait pour but de garantir une épaisseur minimum de 18 cm du nouvel anneau en béton. Au vu de ses résultats, il a permis de diminuer de 25 % le volume des travaux de fraisage du béton de la voûte existante et, par la même occasion, de réduire également le volume de béton à mettre en place par la suite. Le relevé a donc permis un réel gain de temps et une réduction conséquente des inconvénients dus à la poussière.

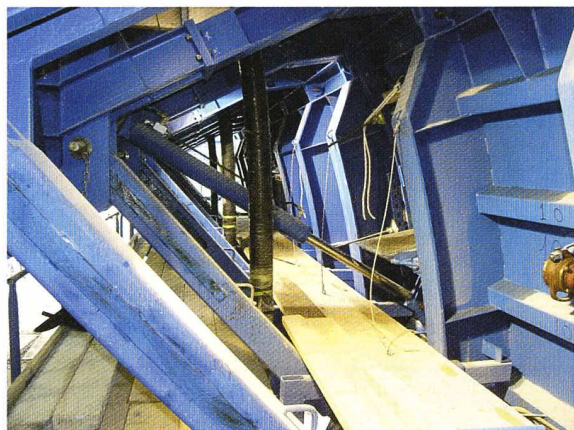
Bétonnage de la nouvelle voûte

La longueur et le nombre de coffrage ont été définis par l'auteur du projet et imposés à l'entreprise. Fixée à douze mètres, la longueur permettait d'assurer une bonne cadence tout en limitant à 15 mm la flèche entre la ligne droite que suit le coffrage et le rayon de courbure du tunnel. Elle impliquait par ailleurs le bétonnage de 112 anneaux. Compte tenu du planning, et en partant du principe que l'on pouvait bétonner un anneau par jour et par coffrage, il a été rapidement décidé d'engager trois coffrages. Construits dès le mois de décembre 2003, ils ont pu être livrés sur la chantier début mars 2004. Le montage de ces trois monstres d'acier a ensuite été réalisé sur l'aire de stationnement de Pertit Lac, pour être prêt au début du chantier, à mi-avril 2004. D'un poids d'environ 115 tonnes chacun, ils ont ensuite été transférés sur une remorque spéciale au portail Sud du tunnel pour le bétonnage des premiers anneaux (fig. 7).



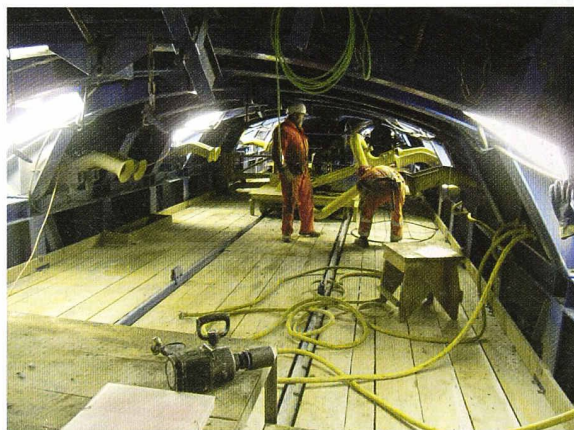
7

Chaque coffrage est équipé de vérins hydrauliques qui permettent de rapidement les régler et les mettre en place afin de garantir le rythme quotidien du bétonnage (fig. 8). Ils se déplacent sur des rails, mus par des moteurs électriques. Les vibreurs sont installés directement sur la peau métallique du coffrage et actionnés manuellement en fonction de la montée du béton dans le coffrage. Des trappes de visite sont installées à plusieurs endroits pour contrôler la mise en place du béton (fig. 9).



8

Deux équipes se sont relayées sept jours sur sept pour le bétonnage de la nouvelle voûte. La première équipe, qui commençait à cinq heures du matin, s'occupait de déplacer et mettre en place les coffrages, l'autre équipe étant chargée du bétonnage à partir de dix heures. Le premier coffrage assurait le bétonnage des anneaux multiples de trois (avec deux coffrages de tête), le second servait à bétonner l'anneau



9

précédant (un seul coffrage de tête) alors que le dernier coffrage comblait les étapes restantes. Cette organisation a permis de bétonner jusqu'à vingt anneaux par semaine au plus fort du chantier, ce qui correspond à 240 mètres de tunnel. Il aura fallu en tout cinquante-cinq jours pour réaliser l'ensemble de la nouvelle voûte (fig. 10). Les coffrages ont ensuite été déplacés sur la chaussée Montagne par une grosse grue en vue des travaux 2005.

Directement après le bétonnage de la voûte, une équipe posait les caniveaux fendus et les bordures. Suivaient alors l'exécution des batteries de tubes à câble et des chambres de tirage, la pose simultanée de la conduite incendie et la finition des trottoirs avec une chape en béton. Les travaux de génie civil se sont achevés par la pose des revêtements de chaussée.

Planning général et veille programmatique

Le respect impératif de la programmation des travaux a imposé au maître de l'ouvrage et à la direction générale des travaux une planification fine de toutes les prestations (études, procédures administratives et travaux) liées aux interventions projetées entre les jonctions de Montreux et de Villeneuve. Une fois établi, le planning des études et des travaux a été distribué à tous les intervenants (maître de l'ouvrage, services d'entretien AR, ingénieurs, entreprises).

Les fortes implications économiques et politiques de la fermeture alternative des tunnels de Glion pendant les travaux ont motivé le maître de l'ouvrage à demander la mise en place d'un système de veille programmatique. Cette veille

a pour objectif de minimiser tout risque de dépassement du planning par un suivi régulier de toutes les tâches liées aux études et aux travaux. Elle permet au maître de l'ouvrage d'avoir un outil de pilotage lui donnant à tout moment une vue synthétique du planning général.

Concrètement, il s'agit de suivre et de constamment mettre à jour le planning général établi initialement et validé par tous les intervenants. Pour ce faire, le responsable de la planification contacte régulièrement - une fois par mois au plus fort des travaux - chaque intervenant pour lui rappeler ses tâches pour les quatre mois à venir et obtenir une quittance concernant l'avancement de son travail. Tout retard annoncé fait l'objet d'une analyse pour déterminer son impact sur le programme général et définir des éventuelles mesures correctrices. Un rapport de synthèse est systématiquement établi pour le maître de l'ouvrage. En cas de modification importante du programme, une nouvelle version actualisée est distribuée.

Pour qu'une veille programmatique puisse fonctionner correctement, une communication régulière est primordiale, tant avec le chef de projet qu'avec les différents mandataires.

Aucun retard nécessitant d'importantes mesures correctrices n'a été identifié lors des travaux sur le premier tube. Conscients du *timing* particulièrement serré des travaux, tous les intervenants ont fourni des prestations à la hauteur des exigences requises. La veille programmatique a toutefois mis en évidence la nécessité de suivre de près les démarches administratives ayant trait à l'alimentation de la défense incendie des tunnels *via* le réseau communal de distribution d'eau potable. En effet, cette tâche s'est avérée proche du



10

chemin critique, en raison de son interaction avec des travaux dont le Service des routes n'était pas le maître d'ouvrage, ni l'organe décisionnaire principal.

Prêt pour la suite

L'expérience acquise lors des travaux 2004 doit servir à améliorer et corriger certains détails d'exécution - lesquels ont tous fait l'objet d'un *debriefing* impliquant les acteurs concernés. C'est ainsi qu'une modification de la disposition des tubes dans les trottoirs permettra de rationaliser les étapes de travaux.

Par contre, le chantier 2005 devra intégrer une nouvelle contrainte: situé plus en amont, le tube Montagne sera soumis à des venues d'eau non négligeables (environ 25 l/s) qui sont captées et distribuées comme eau potable sur le réseau du Service intercommunal de gestion (SIGE).

La première étape du chantier des tunnels de Glion a constitué une formidable expérience pour tous ses participants, dont il convient ici de souligner la motivation pour atteindre un but a priori pas évident. C'est dans l'idée de conserver et de profiter de cet excellent état d'esprit que les travaux 2005 vont être entamés.

Alain Dériaz, ing. civil EIG, responsable de la direction
locale des travaux de génie civil

Michel Friedli, ing. civil ETS, responsable de la planification générale

Bonnard & Gardel, Ingénieurs-conseils SA
Av. de Cour 61, CH - 1001 Lausanne

ACCEPTER DE FINANCER LES MOYENS NÉCESSAIRES

S'il est certain que les moyens techniques jouent un rôle important pour maîtriser les délais, il faut souligner que c'est surtout par une étude et une préparation conséquentes des travaux que les paramètres déterminants peuvent être identifiés et organisés. C'est sans aucun doute là que se situe une des clés du respect des délais lors de la première phase de sécurisation des tunnels de Glion.

L'application de ce principe a toutefois un prix qu'il faut accepter de payer, ce qui a été le cas ici. En effet, tant pour le choix des mandataires que pour celui de l'entreprise, le maître de l'ouvrage ne s'est pas contenté de retenir l'offre la « moins-disante ». Ce sont surtout les garanties quant à la disponibilité et la qualification des intervenants - non seulement pendant la réalisation des travaux, mais également lors de leur préparation - qui ont été privilégiées: des conditions contractuelles imposaient en effet aux mandataires et à l'entreprise de consacrer d'importantes ressources humaines - et pendant six mois - pour la seule préparation du chantier. La capacité des candidats de réellement mettre à disposition ces ressources a été vérifiée, avant l'attribution des mandats, par une claire définition du rôle de chacun des acteurs tout au long du projet et par une vérification de l'adéquation entre les tâches et les qualifications du personnel engagé.

D'autre part, afin de garantir la bonne préparation des travaux et limiter ainsi les risques de dépassement des délais, les entreprises soumissionnaires ont dû inclure une matrice des risques à leur offre: pour chacun des travaux clés, l'entreprise devait présenter les mesures qu'elle était à même de proposer pour limiter les retards en cas de dérapage par rapport au planning. Autre critère prépondérant dans le choix de l'entreprise: établir de façon convaincante que son offre prévoyait - dans le cadre de ses installations de chantier - des ressources matérielles importantes, voir redondantes (équipements de réserve disponibles en tout temps sur le chantier), pour assurer le respect des délais.

Par ailleurs, l'utilisation de « pénalité » financière, à travers la « location » de l'autoroute en cas de retard de l'entreprise - au prix de 30 000 francs par jour - est un excellent moyen d'obtenir de la part de celle-ci qu'elle mette rapidement à disposition les moyens nécessaires en cas d'incident.

Paul Graber, ing. civil EPFL
DINF - Service des routes du Canton de Vaud
Av. de l'Université 3, CH - 1014 Lausanne