Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 122 (1996)
Heft: 12

Artikel: Tunnel de liaison Bellefontaine - Frontenex
Autor: Marche, René
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-78848

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 04.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Tunnel de liaison Bellefontaine – Frontenex

Par René Marche, ing. dipl., Dr sc. techn. EPF/SIA
GEOS Ingénieurs conseils S.A.
Quai Wilson 37
1201 Genève

Cadre et configuration générale

Une liaison en continuité parfaite avec le pont

Le tunnel Bellefontaine – Frontenex établit la liaison entre le quai de Cologny et le plateau de Frontenex, dans le prolongement parfait du pont de traversée du Petit-Lac. La situation du tunnel est illustrée par la figure de la page 205, son tracé en plan par la figure 1 et sa situation dans le terrain par la figure 2.

La liaison Bellefontaine – Frontenex a une longueur de quelque 1200 mètres. En partant du quai en direction de Frontenex, elle est constituée successivement (1) du giratoire au niveau du quai et du passage inférieur sous-jacent pour la liaison directe entre le pont et le tunnel, (2) du tunnel d'une longueur de l'ordre de 900 m, (3) d'un tronçon de route en déblai d'une longueur de 130 m et (4) du giratoire de Frontenex.

Le tunnel se trouve à faible profondeur en terrain meuble, il est à deux tubes et sa pente longitudinale est de l'ordre de 4,7 %.

La liaison Bellefontaine – Frontenex ne peut être évoquée sans la situer au préalable dans l'aménagement dont elle fait partie.

Un maillon significatif d'un aménagement souhaitable

La liaison Bellefontaine – Frontenex est un maillon significatif du projet de traversée, dans la mesure où elle permet à cette dernière de réaliser pleinement ses objectifs:

(1) relier dans les meilleures conditions les deux rives et s'insérer correctement dans le réseau par les extrémités situées aux endroits appropriés;
(2) décharger le centre ville et les quais d'une grande part de la circulation;
(3) permettre le développement cohérent des transports publics;
(4) contribuer à améliorer le cadre de vie en allant au devant des souhaits environnementaux de chacun.

Pour illustrer la contribution de cette liaison, il est estimé que quelque 60 % des véhicules qui emprunteront le pont de traversée du Petit-Lac, emprunteront également le tunnel de liaison jusqu'au plateau de Frontenex. De plus, ce dernier se révèle être le lieu de distribution approprié des parcours en rive gauche à l'échelle de l'agglomération.

Le maillon d'un aménagement en tout point cohérent

Si l'on se réfère à la figure de la page 205, il apparaît immédiatement que le tracé en plan de l'ensemble (pont de traversée et tunnel de Frontenex) est d'une grande simplicité. La continuité entre pont et tunnel est harmonieuse. La montée à Frontenex se déroule des plus naturellement en suivant une géométrie en deux larges courbes. Les échanges au niveau du Reposoir, du quai de Cologny et de Frontenex sont toujours simples et clairs. Il ressort de l'ensemble de la liaison entre le Reposoir et le plateau de Frontenex confort et harmonie. Ces éléments sont les premiers gages d'aptitude et de sécurité d'un aménagement routier.

Un aménagement qui prend le plus grand soin de notre cadre de vie, conserve notre patrimoine, ménage nos ressources financières et répond de façon appropriée aux problèmes techniques

La nature même du passage en souterrain sous le quai de Cologny et de la montée en souterrain à Frontenex protège les zones de quiétude actuelles du coteau de Cologny.

La situation de l'aménagement est favorable. L'accrochage en rive gauche, au nord du chemin du Righi, permet de s'affranchir des risques de pollution de la nappe profonde. Cette nappe exploitée, qui existe au sud de l'aménagement, constitue un véritable patrimoine dans la mesure où elle fournit entre 12 à 18 millions de m^3 d'eau au canton par an.

La géométrie en plan du tracé permet un écartement de 30 m entre tubes, ce qui en rend la réalisation économique, sûre et sans problème ardu.

A Frontenex, l'aménagement ne touche pas le vallon du Traînant; le raccordement du tunnel au giratoire se fait en déblai et le giratoire lui-même se trouve en déblai de façon à protéger le caractère paisible des lieux.

Ces caractéristiques de base traduisent le soin apporté à suivre les lignes directrices préalablement retenues pour la conception de l'ensemble du projet:

(1) la meilleure aptitude en matière de transport
(2) le soin du cadre de vie
(3) la conservation du patrimoine de la nappe de l'Arve
(4) la sécurité
(5) l'économie des ouvrages et de l'entretien
(6) la commodité de la maintenance.

Pour le tunnel, la sécurité englobe notamment la sécurité en cas d'incendie dans un tunnel en pente ainsi que la construction d'un tunnel en terrain meuble à faible profondeur, en partie dans la nappe.

Géologie

Le profil géologique traversé est reproduit à la figure 2. La molasse rouge constitue le substratum rocheux. A partir de la surface du coteau trois formations sont essentiellement rencontrées: (1) la moraine würmienne constituée de limon argileux ou limon sableux, dont l'épaisseur varie de l'ordre de 13 à 40 m, (2) les cailloutis morainiques profonds, dont l'épaisseur varie de quelques mètres à 12 m au droit du projet, et (3) la molasse rouge, dont le toit plonge en direction du lac pour former une cuvette comblée par des matériaux glaciaires fins et des dépôts lacustres.

Les cailloutis morainiques sont perméables, ils sont le siège de la nappe de l'Arve, une nappe puissante, protégée et largement exploitée. Le projet au voisinage

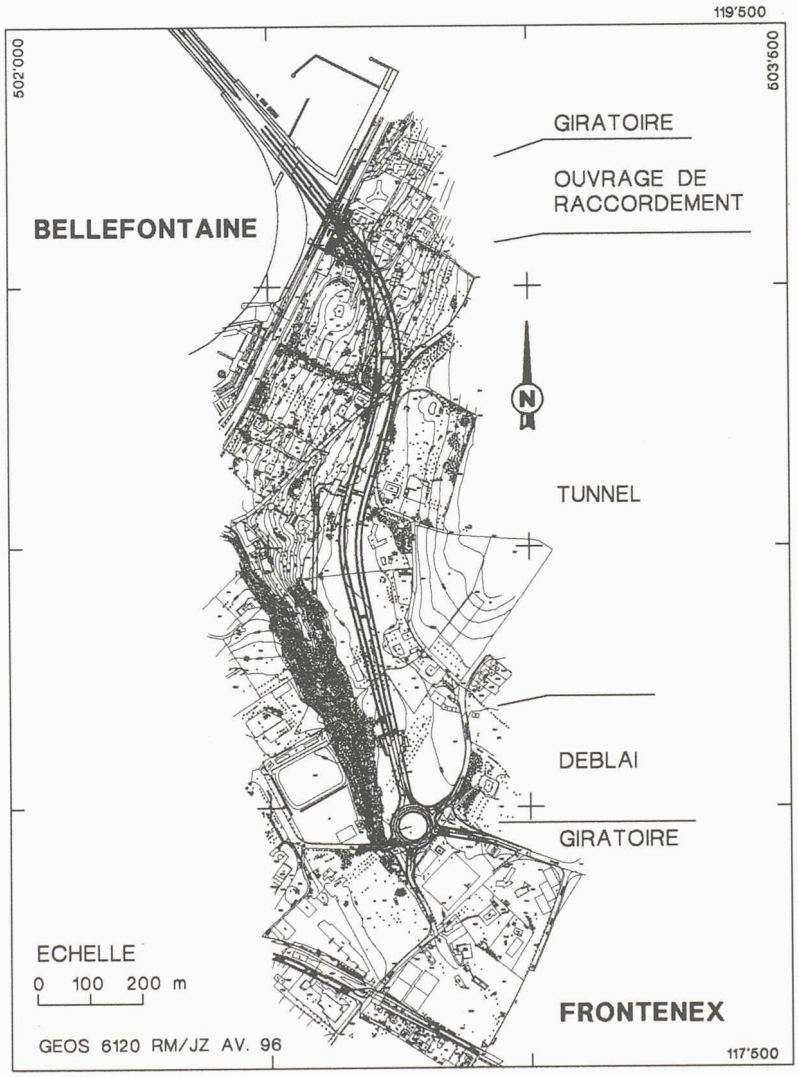

Figure 1. - Tunnel de liaison Bellefontaine – Frontenex : tracé en plan

immédiat du quai de Cologny recoupe l'extrémité nord de la nappe qui se déverse dans le lac au niveau de Genève-Plage. La partie haute du projet située au delà du chemin de Bellefontaine se trouve en entier dans la moraine würmienne et hors nappe.

Description des ouvrages

Selon la largeur des profils en souterrain et la méthode de construction on est appelé à distinguer quatre tronçons.

(1) En partant du quai en direction de Frontenex, le premier tronçon comprend les deux voies du passage inférieur sous le quai de la liaison avec le pont, les bretelles de liaison entre le quai et le tunnel et les portails en surface. La coupe type de ce tronçon fait l'objet de la figure 3 ; sa longueur est de l'ordre de 50 m et il est exécuté à ciel ouvert à l'abri de parois moulées. La profondeur de fouille atteint localement 18 m.

(2) Le second tronçon est à deux tubes de section de grande largeur et il est exécuté en souterrain. Ce tronçon abrite la zone de jonction des voies descendantes, sa longueur est de l'ordre de 105 m, la coupe type est celle de la figure 4.

(3) Le troisième tronçon (zone en profil normal) est à deux tubes de section normale à deux voies. Il est exécuté en souterrain et sa longueur est de 720 m. La coupe type des ouvrages est reproduite à la figure 5.

(4) Le quatrième tronçon est à deux tubes de section normale à deux voies, mais il est exécuté à ciel ouvert en tranchée couverte.

L'aménagement prévu à ce stade à Frontenex est esquissé à la figure 8. Le giratoire se trouve en léger déblai ; son diamètre est de l'ordre de 80 m. La conception concilie les impératifs résultant de la configuration des routes existantes, du trafic attendu et du soin pris à l'aménagement d'un cadre de vie qui satisfasse chacun. Les ouvrages et la circulation sont dissimulés au regard des maisons existantes par des mouvements de terrain et des plantations en harmonie avec le paysage actuel.

Le tunnel de Frontenex comprend en outre une centrale de ventilation souterraine, une cheminée d'évacuation de l'air du tunnel et des locaux techniques.

Ventilation et sécurité en cas d'incendie

Le système d'aération retenu fait appel à une ventilation forcée de type longitudinal avec aspiration d'air vicié aux portails et rejet par une cheminée située en bordure de la zone boisée longeant le Nant de Traînant au droit du centre du tunnel. Le désenfumage en cas d'incendie se fait par avalement en plafond. Le système est schématisé à la figure 6. Les deux tubes sont ventilés dans le sens longitudinal. L'autoventilation par simple pistonnage est généralement suffisante. Aux heures de pointe, si besoin est, de l'air frais est insufflé à l'aide de ventilateurs de jet installés dans la première partie de chacun des deux tubes. Une aspiration ponctuelle proche de la sortie des tubes peut, de plus, être effectuée.

Ce dispositif permet d'assurer en tout temps que les concentrations de monoxyde de carbone, l'opa-

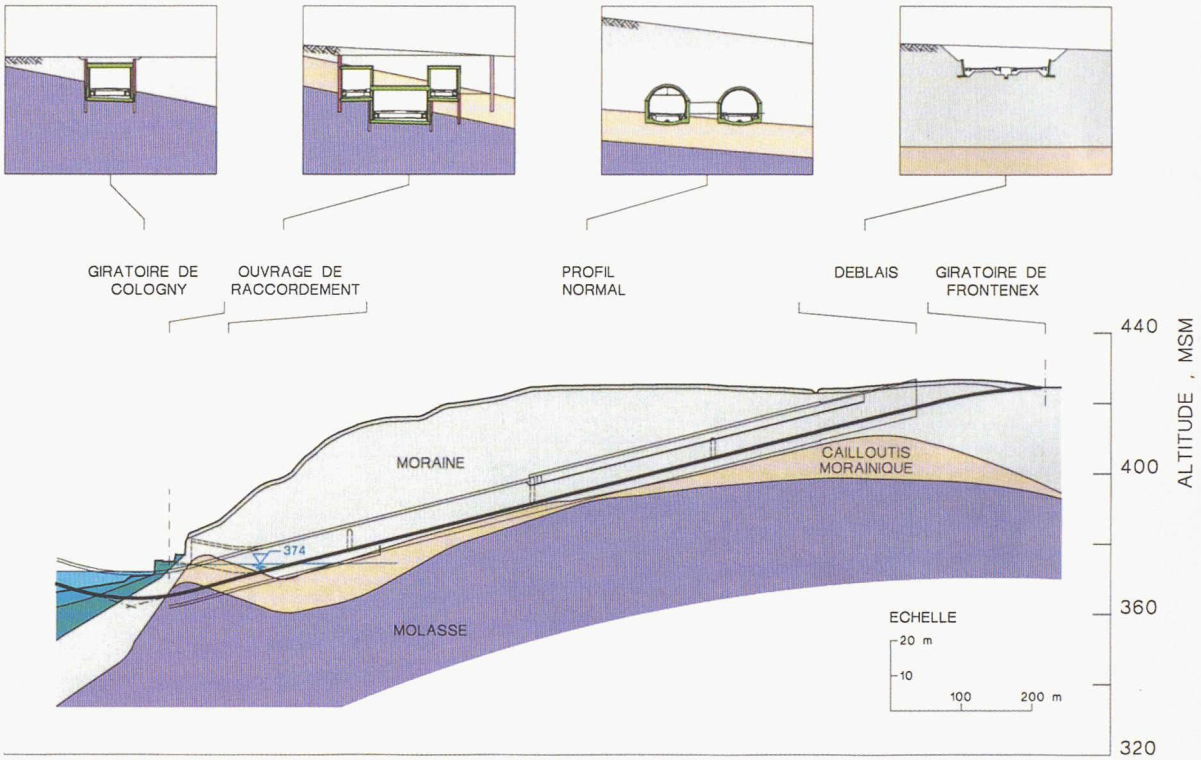

Figure 2. - Tunnel de liaison Bellefontaine – Frontenex : stratigraphie

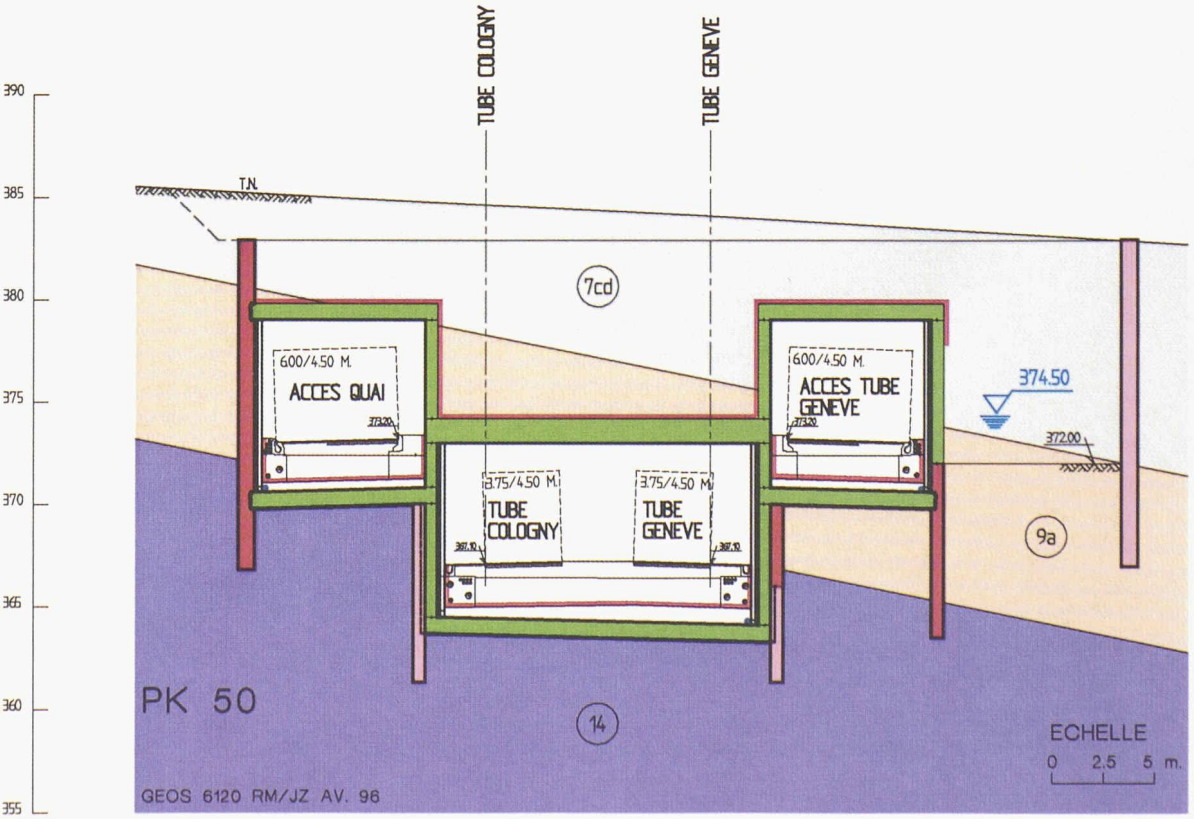

Figure 3. - Ouvrage de raccordement : coupe

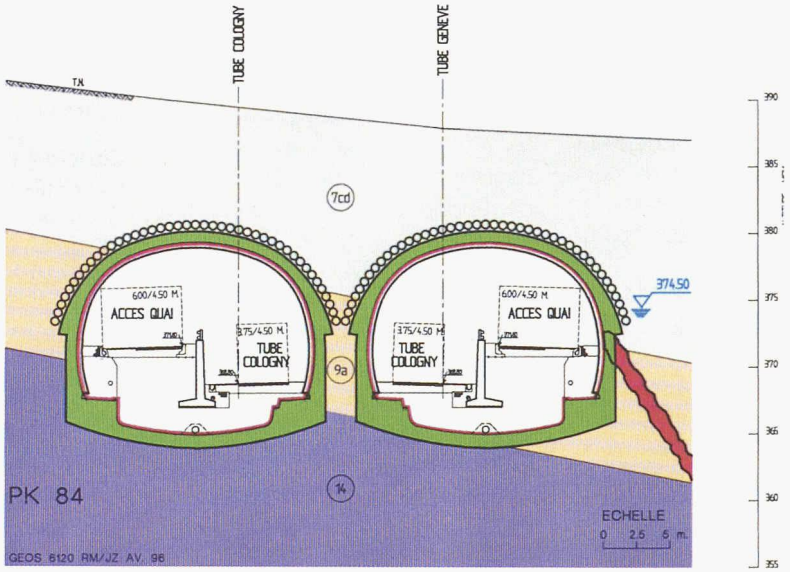

Figure 4. - Tunnel : profil de transition

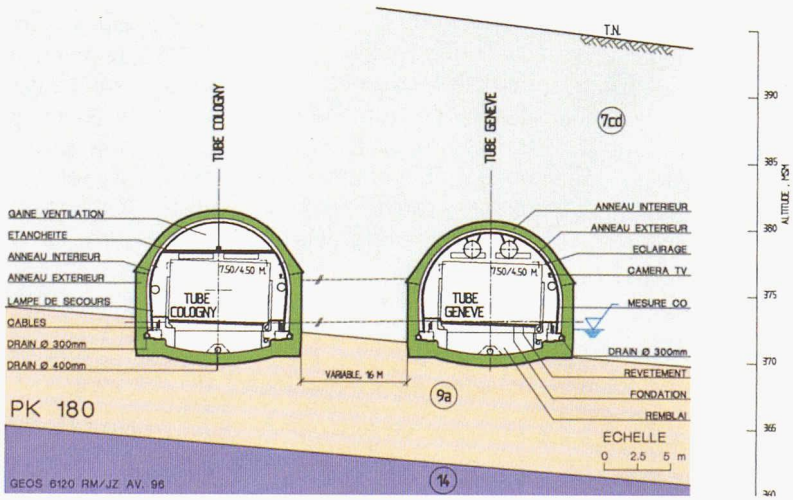

Figure 5. - Tunnel : profil normal

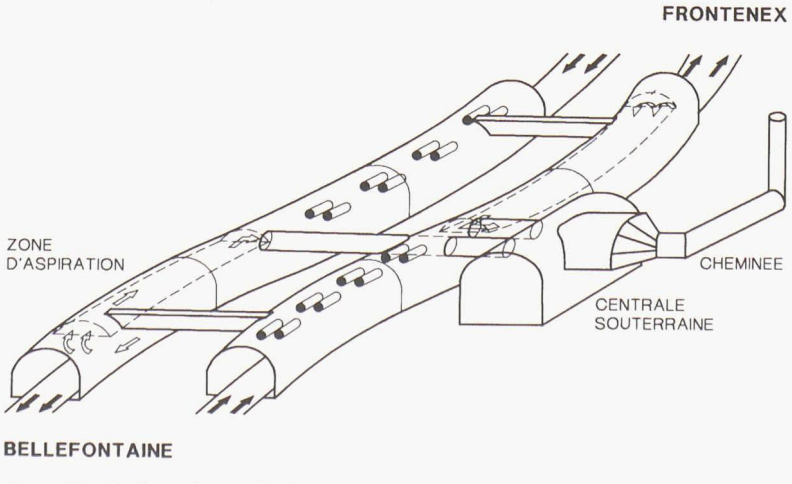

Figure 6. - Système de ventilation

cité dans le tunnel et les immissions à l'extérieur du tunnel (dioxyde d'azote) soient sous contrôle et demeurent en deçà des limites permises.

L'aspiration de l'air vicié à chaque portail permet également de résoudre le problème du court circuit d'écoulement (recirculation de l'air vicié d'un tube à l'autre) entre les portails d'entrée et de sortie à chaque extrémité du tunnel.

Un canal d'évacuation d'air vicié, situé en calotte dans la deuxième partie de chaque tube, ramène l'air vicié dans une galerie qui part du centre du tunnel et assure son transit jusqu'à une cheminée située en bordure de la zone boisée le long du nant de Traînant. La hauteur de la cheminée est de l'ordre de 8 m.

En cas d'incendie, la fumée est poussée au moyen des ventilateurs de jet dans la section du tunnel qui se vide de la circulation, alors que les véhicules bloqués devant le lieu de l'incendie restent dans l'air propre. S'il y a urgence, les automobilistes peuvent quitter les lieux par les galeries transversales. La fumée de l'incendie est aspirée par les trappes d'extraction situées en plafond, puis évacuée hors du tunnel par la gaine en calotte, la galerie et la cheminée.

Exécution des travaux

Les phases de construction du tunnel sont définies à la figure 7. Les ouvrages souterrains sont réalisés en montant depuis le quai de Cologny vers le plateau de Frontenex. L'ouvrage de raccordement entre le quai et l'attaque en souterrain est exécuté à l'abri de parois moulées ancrées. Le profil de transition de grande largeur est réalisé en souterrain en procédant par sections divisées. L'exécution du profil normal en souterrain est également prévue en sections divisées avec deux boucliers à lances pour l'excavation en calotte.

L'évacuation des matériaux du tunnel ne se fait que de jour par camion ou par barge. Dans ce dernier cas, les matériaux transitent

par bande transporteuse sur une passerelle franchissant le quai.
Entre la mise en chantier et la mise en service de l'ouvrage, la durée des travaux est estimée à trois ans et demi, dont douze mois pour l'installation de l'électromécanique. Cette durée correspond aux conditions suivantes :

(1) le mode d'exécution du souterrain par une méthode à la fois économique et sûre,
(2) l'exécution des travaux à trois postes de travail sans bétonnage de nuit,
(3) le stockage des matériaux pendant la nuit et
(4) l'exécution, le plus tard possible, des ouvrages non situés sur le chemin critique pour optimiser l'appel de capitaux. Les travaux à ciel ouvert à Frontenex commencent un an après le début des travaux côté lac et se terminent en même temps que ceux du tunnel.

Les nuisances dues aux travaux en souterrain sont par nature très faibles. Les travaux de la dernière année (aménagement et équipements électromécaniques) n'occasionnent aucune nuisance.

Impact

La première phase de l'étude d'impact sur l'environnement de l'ensemble de la liaison Reposoir-Frontenex a été réalisée. Elle examine l'ensemble du projet de traversée constitué du pont et du tunnel de liaison à Frontenex.

Il ressort de cette étude que les éléments clés du projet, notamment le tracé, les points d'accrochage, les ouvrages proposés et les différentes mesures d'accompagnement retenues, permettent de répondre de façon appropriée aux souhaits légitimes de chacun en matière d'environnement.
L'emplacement de l'accrochage du pont en rive droite est judicieux. Il se trouve à la périphérie du réseau urbain et n'oblige pas à des rétentions de trafic inacceptables dans le cas d'un ouvrage neuf. Le quartier de Sécheron garde, quant à lui, son plein potentiel de développement et la boucle constituée avec l'avenue de la Paix et l'autoroute de contournement permet une gestion de trafic à l'échelle de la rive droite.
Sur la rive gauche, l'accrochage en deux lieux distincts, le quai et le plateau de Frontenex, constitue à la fois une solution commode et une liaison harmonieuse au réseau routier existant. Selon les simulations, l'aménagement ne génère pas de trafic supplémentaire sur les routes d'accès du Plateau de Frontenex, parce que l'attrait de la traversée s'exerce principalement sur le trafic actuel passant par cet endroit.

Conclusion

La nouvelle traversée en pont avec sa liaison au Plateau de Frontenex est un ensemble cohérent. L'aménagement contribue de façon décisive à remplir les objectifs du plan de mesures OPair arrêté par le Conseil d'Etat le 27 mars 1991. C'est également l'aménagement recommandé par le groupe Etat-Ville en mars 1991 et par le jury, mis en place pour étudier les variantes de traversée.
La nouvelle traversée en pont avec sa liaison au Plateau de Frontenex participe de façon significative à une meilleure qualité de vie. Fondamentalement, elle amène le potentiel requis pour permettre le réaménagement du trafic au centre ville et le développement des transports en commun au moyen de solutions simples et réalisables. Ce projet, étudié, suivi, corrigé, revu et validé est prêt à être construit. C'est maintenant aux citoyens de se déterminer.

Groupe de mandataires

Le tunnel de liaison Bellefontaine – Frontenex est un projet du groupe d'étude pilote réunissant :
GEOS Ingénieurs conseils S.A. (pilote), A. Sumi & G. Babel et Cie, Bourquin & Stencek S.A., Gerber J.J., Bugna J., Villega S.A.
Consultants : Maggia (ventilation), Arnold Widmayer (circulation)

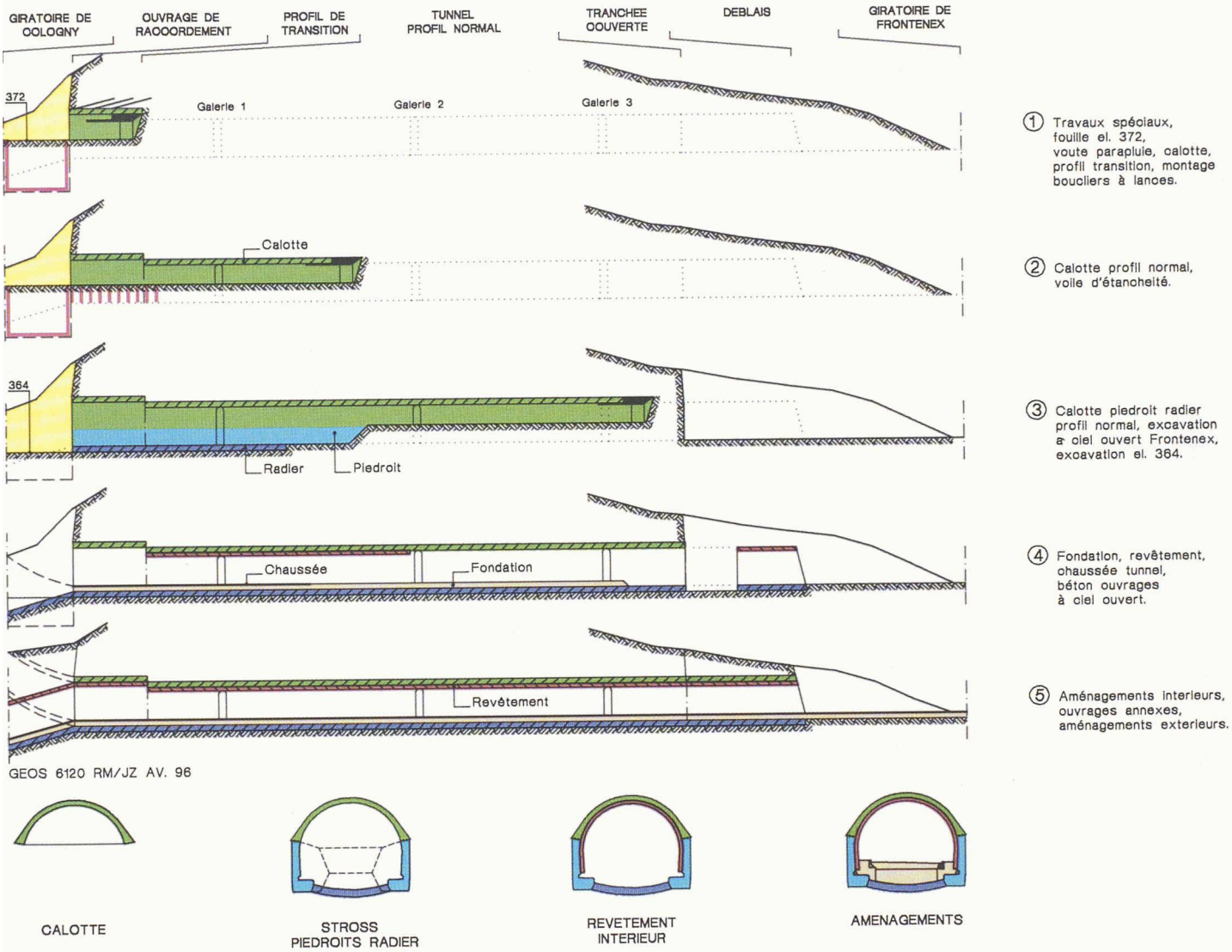

Figure 7. - Tunnel de liaison Bellefontaine – Frontenex: phases de construction

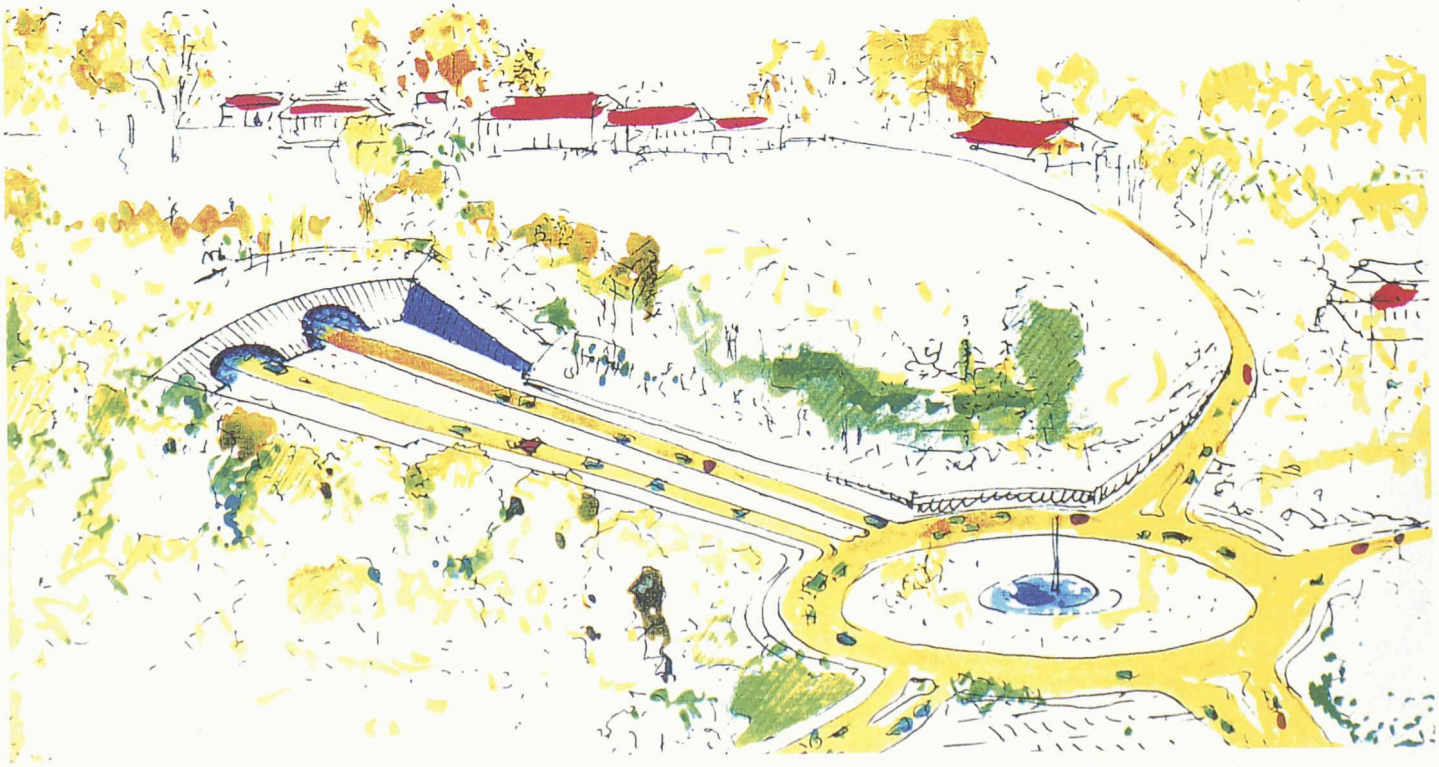

Figure 8. - Aménagement à Frontenex