Station Forumi et valorisation des matériaux

Autor(en): **Dory, Michel**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **130 (2004)**

Heft 22: **Lausanne underground**

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-99352

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Michel Dory

Station **Fourmi** **et valorisation** des matériaux

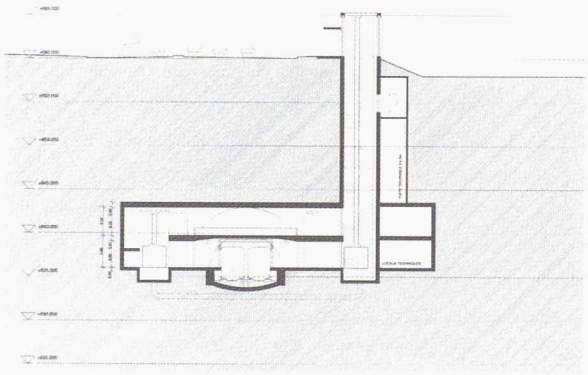
A l'instar de la station Fourmi, finalement située à quelque vingt-cinq mètres de profondeur, la plupart des travaux du métro *m2* impliquent d'importantes excavations. La réalisation de ces infrastructures va engendrer des volumes considérables de matériaux à valoriser ; certaines solutions sont à l'étude pour une réutilisation dans le nord de la ville, aussi bien dans le cadre du projet *m2* que hors de celui-ci.

Projet de la Station Fourmi

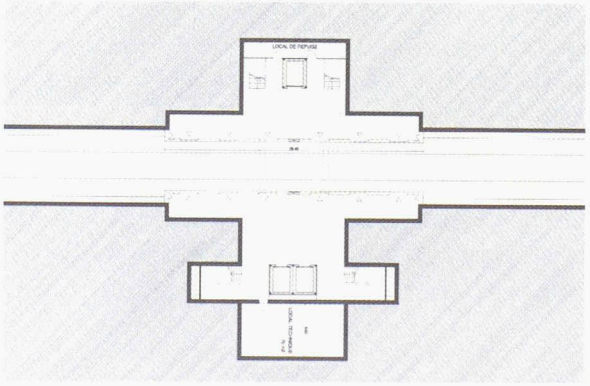
Responsables du tracé général, les concepteurs du projet du métro avaient imposé une forte contrainte concernant la profondeur des stations : elles devaient être proches de la surface pour favoriser l'accès aux quais par des escaliers et des rampes. En conséquence, le projet 2000 prévoyait que la toiture de la station Fourmi soit au niveau de la route de Berne, les voyageurs accédant à pied à un quai central. De part et d'autre de la station, des tranchées couvertes - construites à ciel ouvert - devaient permettre de s'enfoncer suffisamment pour que la suite des travaux se réalise en tunnel.

Les travaux ont été mis en soumission une première fois en 2000 dans le cadre général de l'appel d'offres pour les travaux du *m2*. Il est alors apparu que les travaux en tranchée étaient plus coûteux qu'une réalisation en tunnel. De plus, la nécessité de fermer les deux voies montantes de la route de Berne aurait engendré des perturbations de trafic insupportables pendant plus d'une année.

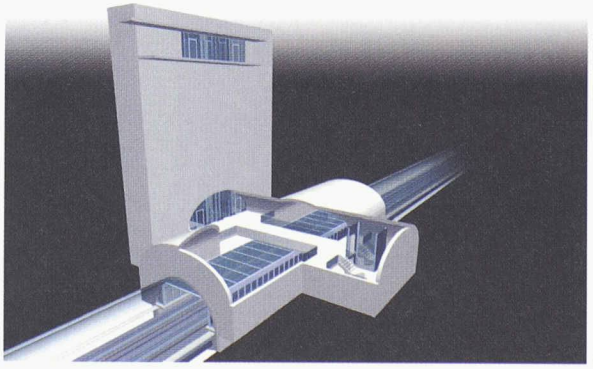
Au vu de cela et pour trouver des économies, la direction du projet a levé la contrainte de profondeur pour la station Fourmi. Dès lors, il était possible d'envisager un tracé plus profond entre la Sallaz et Vennes, entièrement situé dans la molasse. La mise en place de soutènements et la faible vitesse d'avancement de tunnels peu profonds, ainsi que les importantes difficultés liées à la construction des tranchées auraient été financièrement plus pénalisantes que la dureté des matériaux à excaver pour un tunnel en pleine roche. Ce dernier est en effet moins coûteux qu'un tunnel en terrain meuble.



1



2



3

Fig. 1 à 3 : Station Fourmi, coupe, plan et perspective

Fig. 4 : Remblai du Vallon du Flon, coupe

Fig. 5 : Vue du Vallon du Flon en direction de La Sallaz (Photo JP)

C'est ainsi qu'est né un nouveau projet pour la station Fourmi. Située à 25 m sous la route de Berne, elle s'apparente maintenant à une caverne en croix reliée à la surface par un puits (fig. 1 et 2). Le passage d'un quai à l'autre se fera par une dalle-passerelle et un petit ascenseur. Le concept d'évacuation a conduit au choix d'un unique puits d'accès d'une section de 24 m par 4 m. Au centre de ce puits se situent deux ascenseurs pour douze personnes et, à chacune de ses extrémités, une cage d'escaliers de secours (fig. 3).

Afin d'éviter que des fumées provenant du tunnel puissent envahir la station, la gestion des fumées d'incendie s'appuie sur l'existence de deux volumes étanches entre eux : le tube formé par les tunnels adjacents, prolongé à travers la station par la façade des quais et par une couverture légère des voies, et le reste de la station avec les cages d'accès.

Géométriquement, cette caverne en croix correspond à l'intersection de deux voûtes semi-circulaires de même largeur (12 m) et de même hauteur (10,50 m). Cette situation engendre une transmission complexe des efforts qui a été étudié à partir d'un modèle de calcul tridimensionnel.

Les travaux doivent se dérouler sur deux fronts d'attaque. Dès janvier 2005, le puits d'accès sera creusé à partir des jardins situés en bord de route, sans perturber le trafic. L'excavation se fera selon une variante d'entreprise qui propose tout d'abord de forer une centaine de pieux jointifs en laissant le marin à l'intérieur, puis d'excaver la molasse désagrégée à la pelle mécanique tout en dressant les faces au fur et à mesure de l'avancement. Les cavernes seront creusées à partir du tunnel de la route de Berne, en élargissant sa section à la haveuse. Une partie des matériaux sera évacuée par le tunnel alors que le solde utilisera le puits pendant les travaux de finition.

Valorisation des matériaux d'excavation

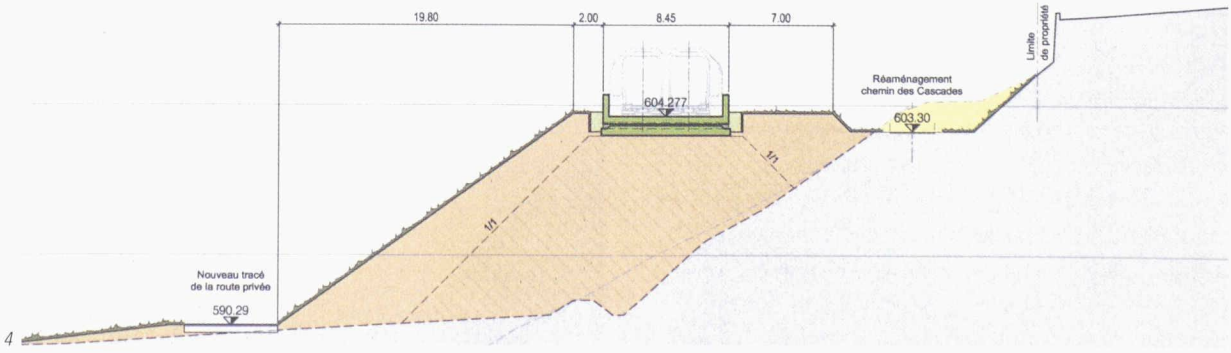
Le métro *m2* est principalement construit en souterrain dans le soubassement rocheux typique de Lausanne, la molasse. Les haveuses utilisées pour l'excavation des tunnels réduisent la molasse en sable plus ou moins grossier et argileux, selon la nature de la molasse (gréseuse ou marneuse). Si ces sables ne sont pas facilement utilisables pour la confection du béton, ils se prêtent en revanche bien à la réalisation de remblais.

L'évacuation des matériaux excédentaires est relativement coûteuse, leur transport engendre de la pollution et ils remplissent inutilement des décharges, si bien que la direction du projet *m2* a reçu pour mission de valoriser ces matériaux. Pour la partie supérieure du *m2* (Place de l'Ours - Croisettes), ils seront évacués par le nord où deux sites ont été retenus pour leur stockage définitif : le haut du Vallon du Flon et le terrain du Biopôle.

Remblai du Vallon du Flon

Une proposition de modification du projet *m2* dans le secteur de la Sallaz prévoit de remplacer un viaduc à flanc de coteau sur 230 m de longueur par un remblai de six à quinze mètres de haut (fig. 4). Ce remblai permettrait de stocker définitivement environ 70 000 m^3 provenant de l'excavation des tunnels de la route de Berne et des Falaises. Toutefois, ce projet est actuellement soumis à la procédure d'enquête publique et le conditionnel s'impose en ce qui le concerne.

Cette modification aurait des impacts environnementaux positifs, notamment en limitant les transports de matériaux, en permettant un aménagement paysager intéressant et en augmentant les qualités écologiques de la vallée

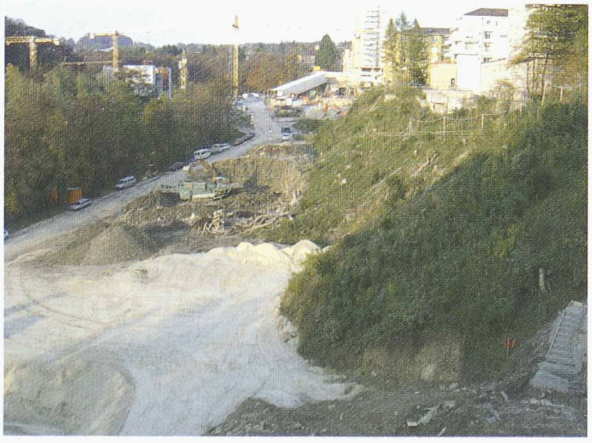


4

supérieure du Flon par l'intégration des aménagements dans un contexte plus large (Tridel, PPA du Flon supérieur). Les impacts financiers seraient également positifs puisqu'en plus de la diminution des frais de construction, les frais d'évacuation seraient réduits de moitié.

En revanche, les difficultés ne seraient pas réduites pour l'ingénieur civil et le géotechnicien. En effet, durant la seconde moitié du vingtième siècle, le Vallon du Flon (fig. 5) a été remblayé sur une grande hauteur avec des matériaux de toute nature présentant probablement une grande compressibilité. Le remblai projeté serait adossé contre une falaise molassique très raide à l'est, alors qu'il reposerait sur les anciens remblais déformables d'une épaisseur de 10 à 12 m à l'ouest. De plus, quelle que soit la qualité de son exécution, le nouveau remblai se tasserait de plusieurs centimètres. D'Ouchy à Epalinges, la voie du *m2* sera posée dans une auge en béton, puis finement réglée avant que les traverses soient définitivement bloquées par du béton. Ce dispositif ne permet pas de réglages ultérieurs aisés. Dès lors, deux variantes de réalisation sont envisagées.

La première prévoit une consolidation des remblais sous-jacents par des colonnes ballastées injectées, une stabilisation au ciment du noyau du nouveau remblai et une auge portant sur des fondations superficielles munies de dispositifs de compensation des tassements résiduels. La deuxième propose de réaliser un remblai correctement compacté mais non stabilisé, puis de construire des piles noyées simples supportant une auge coulée directement sur le remblai. Cette solution aurait le mérite de rendre la voie du *m2* indépendante des mouvements du remblai tout en permettant de respecter les objectifs économiques.



5

Les travaux du *m2* sur le Net

Ces dernières années, les contraintes contractuelles et techniques touchant à la réalisation des ouvrages se sont fortement complexifiées. La prise en compte d'exigences strictes en matière de qualité, de même que l'augmentation de la pression sur les résultats financiers, ont considérablement modifié les relations entre les acteurs de la construction. L'information en direct des partenaires du projet (maître d'ouvrage, auteur du projet, spécialistes, etc.) est devenue une nécessité qui, malgré l'avènement du courriel, ne peut être garantie sans un outil spécifique.

Pour répondre à ces exigences, les membres et les partenaires du groupement SDIA disposent d'une base d'information partagée diffusée via le Net. Développé à partir du logiciel SISO, un portail d'information alimenté en continu par les mandataires est mis à disposition du maître de l'ouvrage et de ses conseillers. Il contient les contrôles de qualité, le journal des événements et décisions, les procès-verbaux, garantissant non seulement une gestion et une diffusion quotidiennes des informations, mais assurant également une traçabilité des diverses phases de l'ouvrage.

Les responsables de chantier y consignent les événements et les prestations accomplies durant les visites, les réunions ou la planification. Ils y attachent les documents servant à l'illustration de ces informations (fichiers, photos, etc.). En phase de construction, les mesures de suivi des ouvrages sont instantanément consignées sur SISO et donc rapidement disponibles sur le Net. Dans le cas du *m2*, il s'agit des nivellements de précision, des mesures de convergence, des forces d'ancrages, des mesures inclinométriques et extensométriques qui sont commentées si nécessaire. De plus, les décisions relatives aux problèmes techniques, financiers ou de délais, sont enregistrées dans la base de données avec des commentaires permettant une reconstitution simple et irréfutable en cas de litige. Un tel outil a par ailleurs introduit une certaine discipline qui facilite le travail en équipe des responsables qui ont ainsi une vision directe et synthétique de l'ensemble des activités touchant au projet.

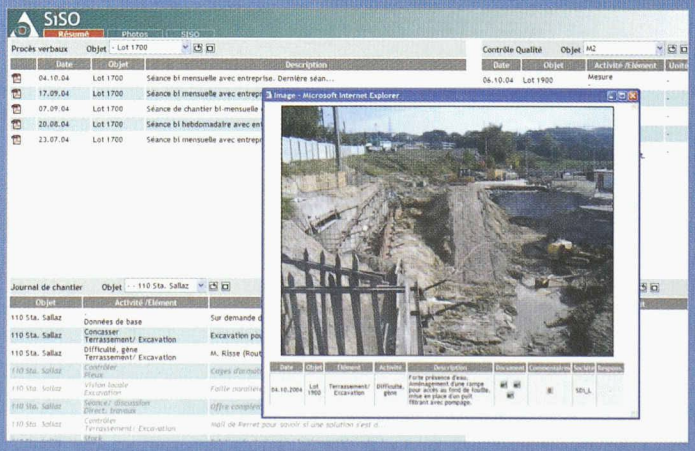


Fig. 6 : Remblai du Biopôle, coupe

(Sauf mention, tous les documents illustrant cet article ont été fournis par l'auteur)

Remblai du Biopôle

Le Plan d'Affectation Cantonal de Vennes (PAC No 309 légalisé en 2001) prévoit d'aménager une vaste surface située au sud de la route de Berne, entre l'avenue de Valmont (accès au parking P+R de Vennes) et le carrefour des Croisettes à Epalinges. Il s'agit d'un pôle de développement prioritaire destiné aux biotechnologies, d'où le nom de Biopôle.

Cette surface est traversée sur toute sa longueur par le futur tracé du *m2*, prévu à ciel ouvert avec une couverture légère pour la neige, une tranchée couverte de 30 m assurant le passage d'un côté à l'autre.

Dans ses recherches d'optimisation, la direction du projet *m2* a proposé de couvrir le tracé du *m2* par une couverture lourde supportant de la terre et la route de desserte du Biopôle (fig. 6). Cette décision fondamentale permettrait de régler intelligemment les niveaux du terrain entre le *m2* et la route de Berne tout en créant des terrasses prêtes à recevoir les futurs bâtiments du Pôle.

En poussant la réflexion plus loin, et en accord avec l'Etat de Vaud, propriétaire du terrain du Pôle, la direction du projet *m2* a décidé de réaliser toutes les terrasses principales du Biopôle afin d'y stocker définitivement des matériaux d'excavation excédentaires. Ces vastes plateformes permettent aussi le stockage temporaire des matériaux dont le *m2* aura besoin pour ses propres remblayages. Ces surcharges auront en outre l'effet bénéfique de consolider plus rapidement les terrasses.

L'ensemble de l'opération remblayage au Biopôle permettrait de valoriser environ 140 000 m^3 de matériaux. Si le bilan environnemental est clairement positif, l'économie sur l'évacuation des matériaux serait du même ordre de grandeur que les frais pour la couverture lourde. Par ailleurs, la future exploitation du *m2* serait beaucoup plus sûre en cas de neige et la protection contre les intrusions de personnes ou d'animaux sur la voie serait mieux gérable.

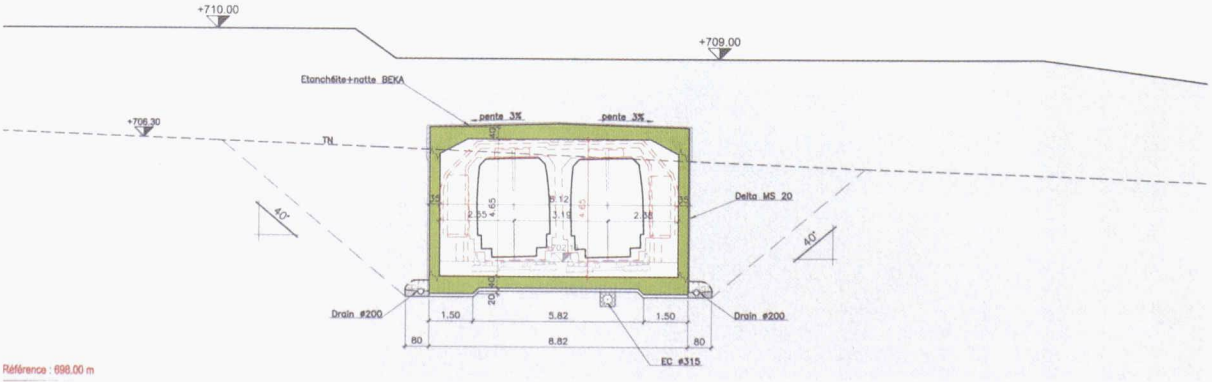
Michel Dory, ing. civil EPF
SD Ingénierie Lausanne SA
Place Chauderon 3, CH - 1000 Lausanne 9

Groupement d'étude SDIA

Bureaux d'ingénieurs :
SD Ingénierie Lausanne SA, Lausanne, pilote
CETP ingénieurs conseils SA, Paudex
Giacomini + Jolliet & Associés SA ingénieurs civils, Lutry

Bureau d'architectes :
CHE architecture Catella Hauenstein Ehrensperger architectes, Lausanne

Bureau de géologie et de géotechnique :
Géotest SA, Cheseaux-sur-Lausanne



6 Référence : 698.00 m