Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 106 (1980)
Heft: 21

Artikel: La traversée d'Opfikon
Autor: Zwicky, Peter / Letta, Gion
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-73987

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: 13.07.2025

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

tunnel et que tout effet de drainage soit évité. Ces conditions furent déterminantes pour les travaux d'étanchéité. Pour empêcher les eaux de s'écouler le long des parois de l'ouvrage, il a fallu reconstituer les barrières naturelles qui séparaient les différents bassins d'eau souterraine.

En sept endroits, des écrans d'étanchéité furent donc établis dans le matériau imperméable de ces barrières, de la manière que voici: pour chacun d'eux, on pratique tout autour de la voûte extérieure deux fentes concentriques distantes d'environ 10 m, larges de 40 cm et pénétrant jusqu'à 60 cm dans le terrain adjacent. Ces fentes furent ensuite remplies de béton pour former des verrous d'étanchéité. Entre ces deux verrous, il fut dès lors possible d'injecter du ciment dans le gravier fin qui, lors de la progression du bouclier, avait été enfermé dans l'espace vide compris entre les voussoirs et le terrain naturel. Le drainage des eaux le long du tunnel a ainsi été stoppé de façon efficace.

Dans le lot ouest, des feuilles de chloroprène d'une épaisseur d'au moins 1,5 mm ont été utilisées pour l'isolation intérieure du sommet de la voûte. Dans le lot est, une feuille d'hypalon de 1 mm d'épaisseur a servi à cette même fin.

L'infiltration d'une faible quantité d'eau étant tolérée dans la partie basse du tube, les CFF et la direction des travaux décidèrent de réaliser l'étanchéité du radier au moyen de profils en caoutchouc, procédé simple et bon marché.

Les essais de refourniture de la nappe phréatique, exécutés durant les travaux, montrèrent cependant que l'étanchéité des joints entre les voussoirs du radier n'était pas entièrement satisfaisante. Les efforts de poussée exercés lors de l'avancement du bouclier endommageaient les joints, ce qui conduisait à des infiltrations d'eau. Des mesures complémentaires furent donc prises dans les zones d'eaux souterraines. Dans la nappe la plus importante, sous le Holberg (voir fig. 1), le radier fut entièrement isolé au moyen d'une feuille de chloroprène de 2 mm d'épaisseur; une couche de béton de 12 à 16 cm d'épaisseur fut en outre projetée pour contenir la pression de l'eau (voir fig. 2). Dans les autres nappes phréatiques, on étancha par des injections les canaux d'infiltration dans les voussoirs du radier, dont les joints furent colmatés au moyen d'un mortier spécial (lot est). Dans la zone du Butzenbüel (lot ouest, voir fig. 1), on injecta un mélange d'argile, de ciment et d'eau dans le gravier de remplissage compris entre la surface extérieure des voussoirs et le terrain naturel (voir fig. 2).

Ces mesures ont permis de ramener le niveau des eaux souterraines à leur cote initiale. Une isolation continue du radier, telle que la prévoyait le projet général, aurait coûté 4,8 millions de francs de plus. Il apparaît donc que les mesures différenciées, adaptées aux conditions hydrologiques locales, ont permis d'économiser des frais.

Grâce à une coopération fructueuse entre le maître de l'ouvrage, la direction des travaux et les entreprises de construction, le devis établi en 1971 pour le tunnel du Hagenholz, qui se chiffrait à 74,5 millions de francs, a pu être respecté, abstraction faite du renchérissement. En effet, le supplément de 11,8 millions ou 15,8% par rapport à l'estimation initiale provient exclusivement de la hausse des coûts intervenus entre 1972 et 1979.

Adresse de l'auteur:
Ede Andraskay
Ingénieur diplômé EPFZ
c/o Basler und Hofmann
Ingenieure und Planer AG
Forchstrasse 395, 8029 Zurich

La traversée d'Opfikon

par Peter Zwicky et Gion Letta, Zurich

Tracé de la ligne

Au lieu de la seule ligne à voie unique Zurich Oerlikon-Kloten, quatre voies traversent aujourd'hui le centre de l'agglomération d'Opfikon, sept mètres plus bas que l'ancien tracé. Deux d'entre elles appartiennent à la ligne de Kloten, mise à double voie, les deux autres étant celles de la ligne de l'aéroport. L'abaissement des voies, dicté par le niveau des tronçons adjacents de la ligne de l'aéroport, a permis accessoirement de supprimer deux passages à niveau très fréquentés.

La tranchée du chemin de fer, d'une longueur de 600 m et d'une largeur de 30 m par endroits, a été recouverte d'une dalle sur un tronçon de 300 m. Exécutés aux frais de la commune d'Opfikon, les travaux ont contribué à la lutte contre le bruit et à l'aménagement urbain du centre de la localité. Dans cette partie recouverte, les voies de la ligne de Kloten s'écartent l'une de l'autre pour faire place au quai de la halte d'Opfikon, qui sera inaugurée le même jour que la ligne de l'aéroport. Construite elle aussi aux frais de la commune, cette halte sera accessible par le haut, au moyen de deux ascenseurs et de trois escaliers. La ligne de Kloten et celle de l'aéroport sont séparées par une cloison, afin que les voyageurs attendant sur le quai ne soient pas importunés par les courants d'air au passage des trains directs.

Dès la sortie du souterrain, dont elle occupe le côté ouest, la ligne de Kloten aborde une rampe pour accéder au niveau du viaduc de 277 m de long qui traverse la rivière Glatt et la ligne de l'aéroport (voir description au chapitre « Ponts »). Au-delà du viaduc, elle rejoint son tracé primitif, encore à voie unique (fig. 1).

Aperçu géologique

Au sud de la Glatt, la tranchée traverse deux formations géologiques fondamentalement différentes:

— Entre Oberhauserried et la Schaffhauserstrasse, une mince couche superficielle faite de remblai, de glaise de versant et de sédiments lacustres recouvre une moraine, qui repose à peu de profondeur sur de la molasse solide.

— Entre la Schaffhauserstrasse et la Glatt, on trouve des terrains meubles non surconsolidés, où dominent des sédiments lacustres à grain fin formés en partie de sable limoneux.

Au nord de la Glatt, une couche superficielle relativement mince, formée d'alluvions de la Glatt, recouvre 6 à 8 m de limon sableux ou graveleux.

Le projet et son exécution

Les parois moulées qui formaient l'enceinte de la fouille ont été intégrées dans l'ouvrage définitif, dont elles constituent les parois latérales. Ce procédé de construction, plus silencieux que les méthodes classiques, fut appliqué en raison du peu de place disponible entre les maisons voisines; son usage a permis de renoncer à l'abaissement de la nappe phréatique à l'extérieur de la fouille. Il a suffi, en effet, d'évacuer les eaux durant l'excavation de la fouille.

Pour la confection des parois moulées, de profondes tranchées de 50 à 100 cm de largeur furent creusées jusqu'au niveau des fondations. Pour ne pas

qu'elles s'éboulent, elles furent remplies d'une boue à base de bentonite (fig. 2). On bétonna ensuite le fond des tranchées, puis une grue sur chenilles mit en place les éléments de paroi, préfabriqués sur le chantier, d'un poids de 35 t et d'une longueur de 15 m (fig. 3). Pour maintenir ces éléments dans leur position correcte tant que le béton du fond n'était pas durci, il fallut les fixer aux murs de guidage utilisés pour le creusement des tranchées.

Après l'achèvement de la paroi extérieure côté est et de la paroi de séparation des deux lignes, on put passer au bétonnage de la dalle sur la ligne de l'aéroport. Le sol naturel aplani fit office de coffrage. Pendant la construction de la paroi extérieure ouest et le bétonnage de la dalle sur la halte d'Opfikon, l'espace destiné à la ligne de l'aéroport fut excavé à partir des deux extrémités de la couverture.

La dalle, de 100 cm d'épaisseur, est calculée pour une charge utile de 1,5 t/m^2. Entre les deux passages supérieurs routiers, des tubes « Cofratol » de 70 cm de diamètre réduisent son poids mort. Même en cas de catastrophe — écroulement de la paroi médiane, par exemple — la dalle ne fléchirait pas.

Dans les parties non couvertes de la tranchée, où l'effet d'étayage exercé par la dalle fait défaut, il a fallu ancrer les parois latérales dans le terrain. Un système hydraulique de mesure, monté à poste fixe, sert au contrôle périodique de ces ancrages.

Deux systèmes distincts sont utilisés pour l'assèchement de la tranchée. Une couche filtrante d'environ 90 cm d'épaisseur sert à endiguer le courant d'eau souterraine et à le dévier vers les drains établis en direction de la Glatt.

Fig. 1. — Opfikon. Vue générale des travaux en juin 1977, après le ripage provisoire de la ligne de Kloten (à gauche, l'ancien tracé).

Fig. 2. — Creusage d'une tranchée et mise en place d'un élément de paroi préfabriqué.

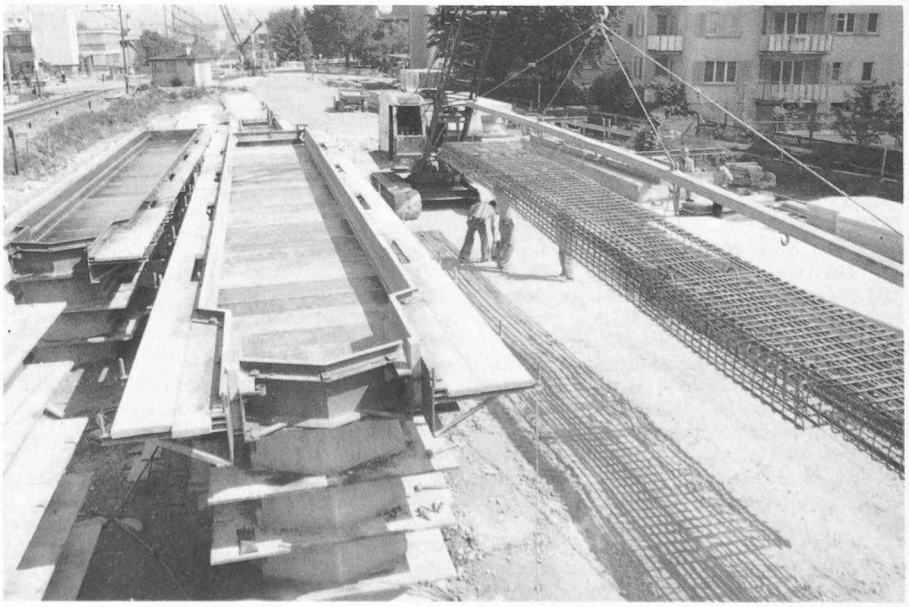
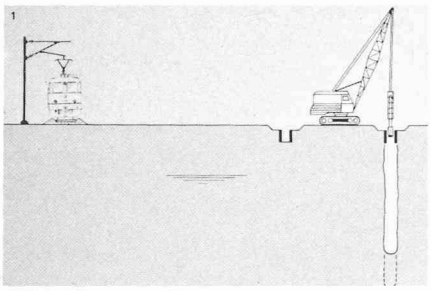
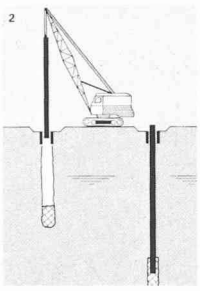


Fig. 3. — Fabrication des éléments pour parois moulées.



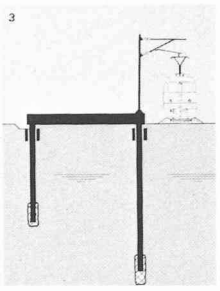
Juin 1976

Ligne de l'aéroport:
Murs de guidage et creusage des tranchées



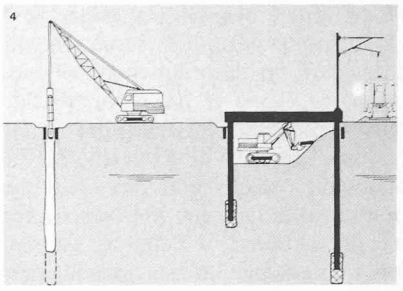
Septembre 1976

Ligne de l'aéroport:
Mise en place des éléments de parois préfabriqués



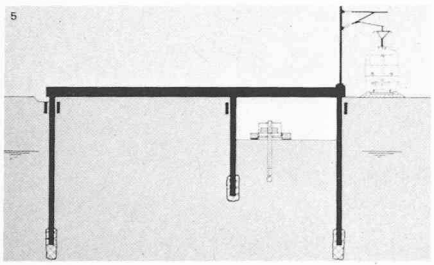
Mars 1977

Ligne de l'aéroport:
1) Bétonner du plancher
2) Déplacement provisoire de la ligne de Kloten (mai 1977)



Juillet 1977

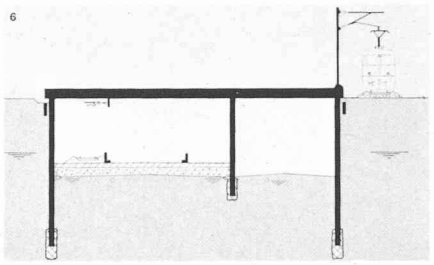
Ligne de Kloten:
Creusage et mise en place des éléments de parois préfabriquées



Décembre 1977

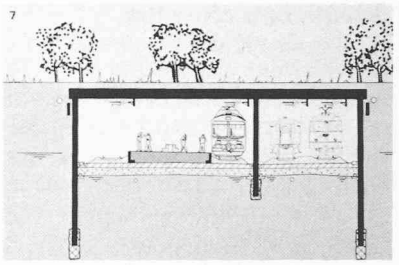
Ligne de Kloten:
Etablir des planchers en béton coulé sur place

Ligne de l'aéroport:
Creusage partiel



Septembre 1978

Travaux de soutènement définitif



Situation définitive

Mises en service:

Ligne de Kloten: Voie unique déc. 1978
Double voie oct. 1979
Halte d'Opfikon 1er juin 1980

Ligne de l'aéroport: 1er juin 1980

Fig. 4. — Phase des travaux à la traversée d'Opfikon.

Quant à l'eau de surface, elle s'écoule vers la Glatt par des rigoles; une couche de sol-ciment enduite de bitume l'empêche de pénétrer dans la couche filtrante (pour le procédé de construction, voir aussi la fig. 4).

Adresse des auteurs :

Peter Zwicky
Ingénieur diplômé
Bureau d'ingénieurs Neukom & Zwicky
Universitätsstr. 86, 8006 Zurich

Gion Letta
Ingénieur diplômé, section BZ
Division des travaux du
III[e] arrondissement CFF, Zurich

Bibliographie

Solothurn-Zollikofen-Bern-Bahn: Geschichte und Rollmaterial

Par *Theo Stolz* et *Paul Bucher*. — Un vol. 21,5×25,5 cm, 160 pages avec 250 illustrations. Edité par le chemin de fer SZB, Worblaufen 1979. Prix : 20 fr.

Nous avons eu l'occasion de relever le développement fantastique connu par les chemins de fer à voie métrique desservant la banlieue de Berne après leur modernisation (tracé et matériel roulant) au milieu des années 70. L'une des compagnies concernées — Soleure-Zollikofen-Berne — a eu la bonne idée d'éditer un ouvrage consacré à l'histoire de cette ligne. Outre un résumé retraçant les étapes parcourues de 1964, date des premiers projets, à nos jours, ce livre comporte de nombreuses illustrations souvent inédites jusqu'ici.

On peut suivre l'évolution du matériel roulant, qui a abouti à la mise en service des compositions ultra-modernes aboutissant aujourd'hui à la gare centrale de Berne, de même que l'amélioration successive du tracé servant aussi bien au trafic des voyageurs qu'au transport de wagons complets à voie normale sur des trucks ou directement sur les tronçons comportant les deux écartements.

C'est en quelque sorte une démonstration du rôle capital que peuvent jouer des chemins de fer à voie métrique, qui sont loin d'être des « petits trains ». On constate en outre qu'une politique de rationalisation et de modernisation continues, bien soutenue par les autorités fédérales, contribue largement au développement des transports publics par rail, pour le plus grand bien de l'environnement urbain et naturel. Un livre à recommander à tous les amateurs de chemin de fer, bien sûr, mais surtout à ceux qui douteraient qu'il soit adéquat de maintenir les réseaux à voie métrique de Suisse romande !

Unités, grandeurs, symboles — Application à l'industrie de la construction

Note d'information technique 128 du Centre scientifique et technique de la construction. — Brochure de 12 pages, en vente au CSTC, Documentation - Publications, CSTC, rue du Lombard 41, B-1000 Bruxelles. Prix : 100 FB.

Le Système International d'Unités (SI) est dérivé des systèmes à base métrique qui existaient déjà à la fin du XIX[e] siècle. Ce n'est qu'en 1960 que le système SI a été définitivement adopté comme base universelle d'unification des unités, des grandeurs et des symboles.

En pratique cependant, l'adoption du système SI n'empêche pas le maintien d'unités traditionnelles aussi bien dans les pays avec système métrique (contingent européen, pays asiatiques, etc.) que dans les pays anglo-saxons (Grande-Bretagne et pays du Commonwealth, Etats-Unis).

Le système d'unités adopté légalement en Belgique comporte :

— des unités du système SI,
— d'autres unités d'usage courant (n'appartenant pas au système SI).

Le texte de cette note d'information technique a été rédigé par M. H. Motteu, chef du département Recherche et développement du CSTC.