

# La traversée d'Opfikon

Autor(en): **Zwicky, Peter / Letta, Gion**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **106 (1980)**

Heft 21

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73987>

## **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.

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 gra-

vier 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  
Ingenieur 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<sup>2</sup>. Entre les deux passages supérieurs routiers, des tubes «Cofratol» de 70 cm de diamètre réduisent son poids mort. Même en cas de catastrophe — écoulement de la paroi médiane, par exemple — la dalle ne fléchirait pas.

Dans les parties non couvertes de la tranchée, où l'effet d'étagage 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.

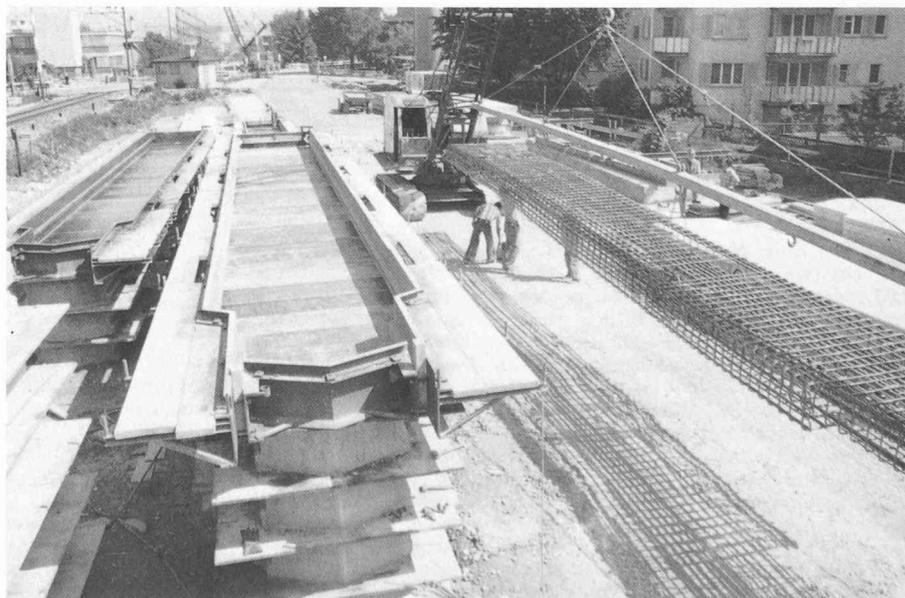


Fig. 3. — Fabrication des éléments pour parois moulées.

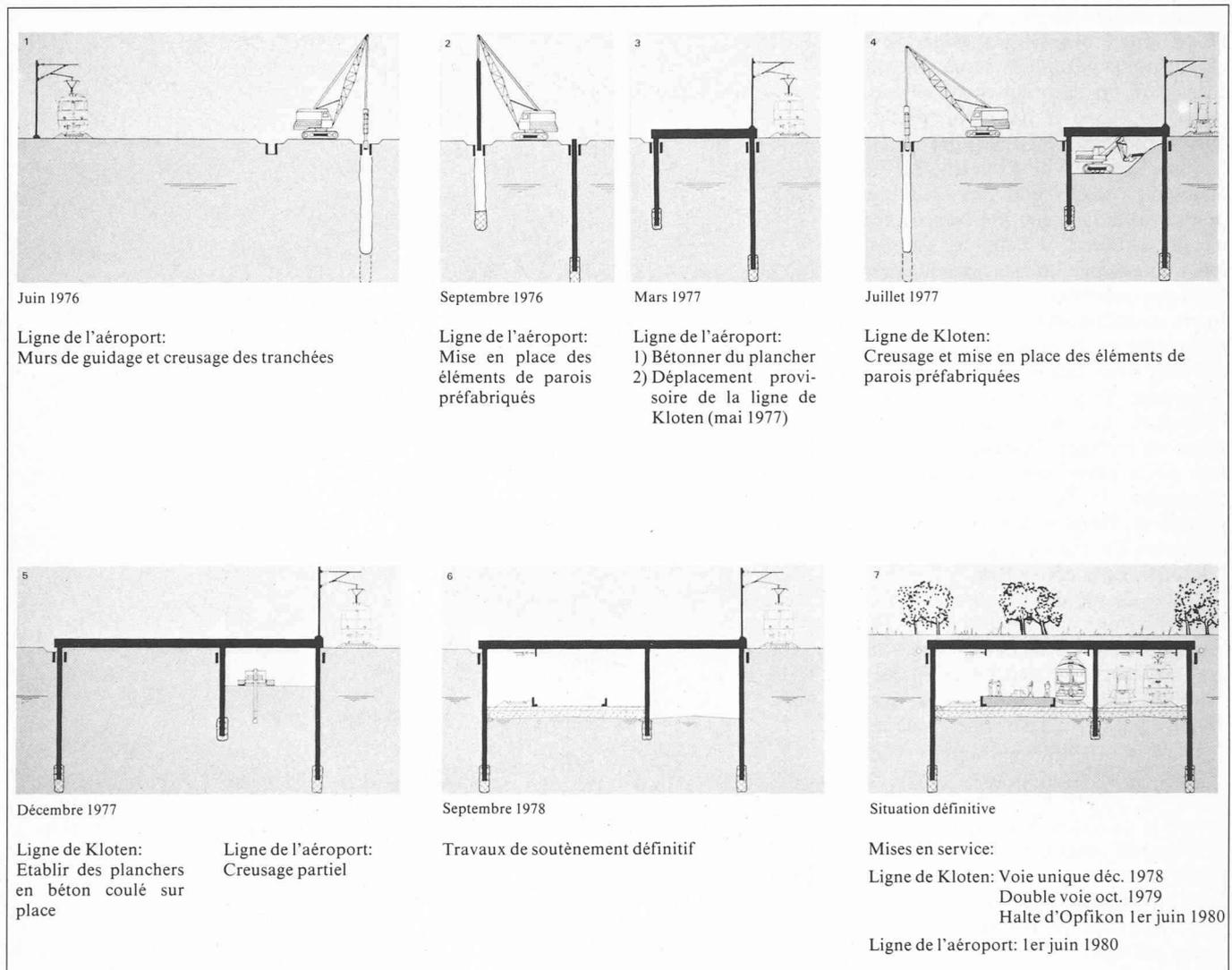


Fig. 4. — Phase des travaux à la traversée d'Opfikon.

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<sup>e</sup> 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 sou-

tenue 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<sup>e</sup> 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.