

Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 118 (1992)
Heft: 14

Artikel: Pose d'un câble à fibres optiques dans le lac de Morat
Autor: Brasey, Charles
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-77776>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 19.11.2024

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

Pose d'un câble à fibres optiques dans le lac de Morat

Par Charles Brasey,
directeur suppléant,
Direction des
télécommunications,
PTT, 1701 Fribourg,
et François Ybloux,
ingénieur de vente,
Brugg Rohrsystem SA,
5200 Brougg

Mettant en œuvre une nouvelle technique, la Direction des télécommunications de Fribourg et la société des Câbleries de Brougg ont procédé à l'immersion, le 4 mars 1992, d'un câble de télécommunications à fibres optiques dans le lac de Morat, entre Meyriez (Morat) et Môtier (Vully).

Petite histoire des câbles subaquatiques

Comme toute technologie, celle des câbles subaquatiques a eu ses pionniers valeureux et opiniâtres. C'est aux Anglais John et Jacob Brett que revient le mérite d'avoir posé avec succès, depuis le remorqueur *Goliath*, le 28 août 1850, entre Douvres et Calais, le premier câble sous-marin. Les conducteurs en cuivre de ce câble étaient isolés par un nouveau produit, la gutta-percha. L'exploitation de cette liaison fut toutefois de courte durée, car un pêcheur ayant pris le câble dans son chalut, en coupa un morceau et le rapporta triomphalement comme spécimen d'une algue marine contenant de l'or!

Dès 1852, l'Ecosse fut ensuite reliée à l'Irlande; en 1853, l'Angleterre à la Belgique; en 1854, la Corse et la Sardaigne à l'Italie, puis, en 1857, l'Inde à Ceylan.

Le premier câble transatlantique fut immergé entre l'Irlande et Terre-Neuve sur une distance de 3240 km depuis le navire *Agamemnon*. Inauguré le 28 juillet 1858, il permit, le même jour, l'acheminement d'un télégramme rédigé par la reine Victoria d'Angleterre à l'intention de James Buchanan, alors président des Etats-Unis.

En Suisse, le premier câble subaquatique fut posé en 1854 à travers le lac des Quatre-Cantons, près de Stans. Il mesurait 2820 m et était composé d'un seul conducteur en fil de fer galvanisé, destiné à compléter la ligne aérienne reliant Lucerne à Berne via Interlaken et le col du Brunig.

Toutes ces premières portaient sur l'immersion de câbles destinés à la transmission télégraphique.

C'est depuis 1934, que le premier câble sous-lacustre téléphonique de Suisse repose entre Brusino et Morcote, au fond du lac de Lugano, sur une longueur de 946 m. Il compte 31 paires de conducteurs. En 1935, un second câble téléphonique sous-lacustre, d'une longueur de 1252 m et comprenant 80 paires de fils, fut posé entre Treib et Brunnen, dans le lac des Quatre-Cantons.

Câbles sous-lacustres reliant Morat au Vully

En 1895, la région du Vully sur la rive nord du lac de Morat formait un réseau comptant en tout et pour tout cinq appareils téléphoniques à batterie locale, qui équipaient les auberges ou épiceries de Lugnorre, Môtier, Nant, Praz et Sugiez, et étaient rac-

cordés par lignes aériennes au central manuel de Praz.

C'est en 1936, alors que le nombre d'abonnés de ce réseau s'élève à 56, qu'un premier câble est immergé entre Morat et Praz. D'une capacité de 100 paires de conducteurs de 0,8 mm de diamètre et d'une longueur de 2850 m, le câble est livré en deux sections qu'il faut joindre à mi-distance sur un bateau. C'est le troisième et le plus long câble subaquatique posé jusqu'alors en Suisse. Son poids est de 32 t.

Les abonnés vullierains sont dès lors reliés directement au central de Morat, exploité par une téléphoniste qui établit manuellement les communications souhaitées. Les batteries équipant les appareils des abonnés sont supprimées, l'énergie nécessaire étant fournie par le central de raccordement.

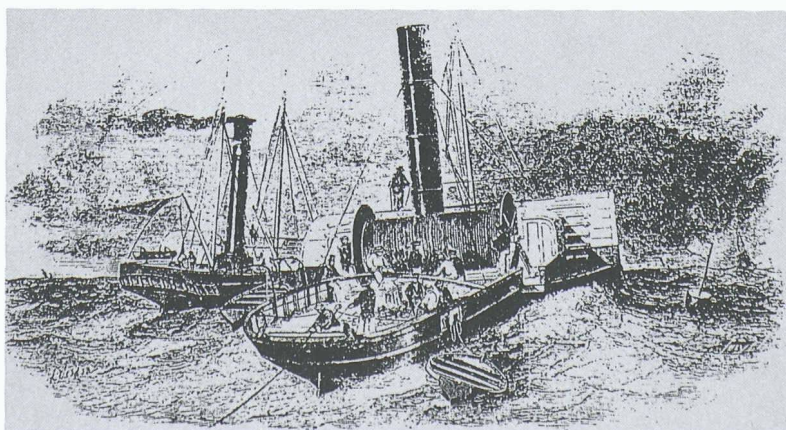
En 1940, le central de Morat est automatisé, la sélection directe est ainsi offerte à tous les abonnés dont ceux du Vully. Les sympathiques et toujours disponibles téléphonistes laissent la place aux relais mécaniques, dont les cliquetis vont se faire entendre jusqu'à l'avènement de la silencieuse électronique.

La saturation de la première liaison sous-lacustre justifie la mise en place d'un deuxième câble en 1958. Celui-ci relie Meyriez à Môtier, mesure 3016 m, pèse 55 t et compte 300 paires de conducteurs.

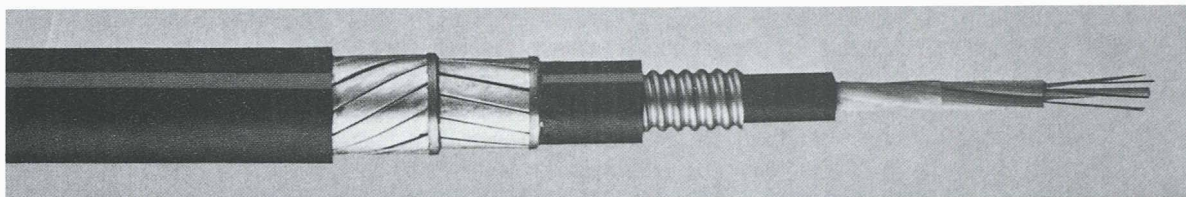
Puis, le développement économique et touristique de la région du nord du lac justifie la décision, prise au milieu des années 70, d'y créer de nouveau un réseau comprenant la construction d'un centre de commutation. Le central téléphonique de Môtier est inauguré en 1979 et dessert alors près de 800 abonnés. Aujourd'hui, il en compte 1286.

Nouveau lien

Le projet *Réseau 2000* des PTT prévoit la numérisation des réseaux en vue de la généralisation du système RNIS (réseau numérique à intégration de services) offrant de nouvelles prestations et un meilleur confort à l'utilisateur. Pour ce faire, les traditionnels câbles bifilaires, à courant porteur, coaxiaux, re-



Pose d'un câble subaquatique jadis...



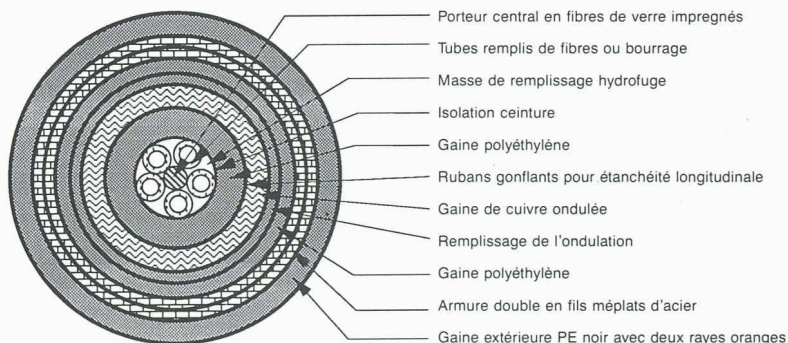
Câble de télécommunications à fibres optiques

liant les centraux analogiques doivent céder la place aux câbles à fibres optiques qui offrent une très grande capacité de transmission tout en étant insensibles aux perturbations électromagnétiques. En outre, ils sont légers et de faible encombrement ce qui facilite leur pose. Une seule fibre optique d'un diamètre de 0,125 mm peut en effet transmettre simultanément jusqu'à 8000 conversations téléphoniques. De plus, l'emploi de ce matériau confère aux transmissions une qualité et une fiabilité supérieures pour un coût moins élevé.

Le réseau téléphonique interurbain suisse comprend actuellement 49 groupes de réseaux. La numérisation des 45 réseaux que comptent les deux groupes 037 et 029 de la circonscription de Fribourg a commencé en 1987 et sera achevée en 1995. La première étape de la modernisation du central de Morat, touchant près de 2000 raccordements (dont les numéros commencent par 714, 715 et 72), a débuté au mois d'octobre 1991. La seconde étape, portant sur 3000 raccordements supplémentaires, sera réalisée en 1994.

L'établissement d'un nouveau lien entre les deux rives du lac de Morat (entre les centraux de Morat et de Môtier, distants de 4 km environ) par un câble à fibres optiques s'inscrit dans ce programme.

Le nouveau câble devait être protégé contre la corrosion et contre d'éventuels chocs, provoqués par des ancrs de bateaux par exemple, jusqu'à une profondeur de 6 m. D'autre part, il s'agissait de poser le câble tout en sauvegardant la nature, dans des terrains privés, sur les berges et dans le lac, dont la profondeur atteint 40 m. Pour cette raison, on a choisi une nouvelle technique de pose permettant d'accéder au fond du lac à 150 m au large sans avoir à effectuer de fouilles à ciel ouvert. Ce mode de faire permet



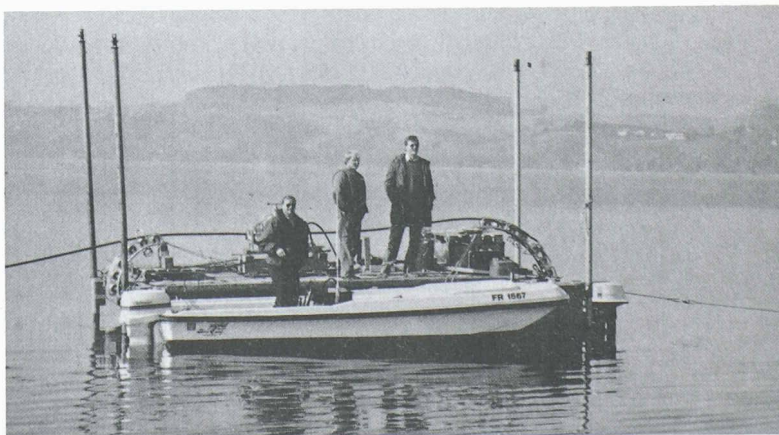
Section du câble posé dans le lac de Morat

Nature des liaisons entre centraux:

jusqu'en 1913	lignes aériennes
à partir de 1913	câbles paires symétriques
à partir de 1950	câbles à courant porteur
à partir de 1970	câbles coaxiaux
à partir de 1984	câbles à fibres optiques

Pose d'un câble de 3,5 km:

câble en cuivre	20 650 kg	800 h de travail
câble coaxial	18 620 kg	400 h de travail
câble à fibres optiques	350 kg	88 h de travail



... et en 1992

en même temps de préserver la nature ainsi que les propriétés des riverains. Pour la fourniture et la pose de ce câble, les PTT ont mandaté les Câbleries de Brougg qui ont mis en œuvre leur technologie FlowTex. Le coût de l'opération s'élève à 450 000 francs.

Le câble

Le câble à fibres optiques posé dans le lac de Morat est d'un diamètre extérieur de 32,2 mm et d'une longueur de 3200 m. Son poids est de 2014 kg/km et sa résistance à la traction de 1436 daN. Il comprend 20 fibres monomode et est du type LLK-SG5D (FT + CUW1 + T3T + TFFT) 2 x 10 FSP 04/1300 + 03/1550. Sa capacité de transmission est de 34 Mbit/s.

Nouvelle méthode de pose

Si la pose d'un câble à fibres optiques dans un de nos lacs ne constitue plus une nouveauté en soi, la méthode employée à Morat mérite d'être signalée et constitue une première mondiale. La mise en place du nouveau câble a été réalisée en trois étapes.

- Forage d'un micro-tunnel de 130 mm de diamètre, à une profondeur moyenne de 80 cm sous chacune des deux berges du lac, pour aboutir sur le fond à une profondeur prédéterminée. La longueur de ces micro-tunnels, creusés selon la méthode développée pour l'équipement FlowTex, est de 180 m côté Môtier et de 130 m côté Meyriez. Cette première phase a nécessité 10 jours.
- Introduction, dans les micro-tunnels, d'un tube de protection destiné à recevoir le câble. Le tube est de type CNWT 76/92, constitué d'un tube ondulé en acier inoxydable au chrome-nickel, recouvert de deux couches anticorrosives de caoutchouc bitumé et entouré d'un manteau en polyéthylène extrudé, d'un diamètre extérieur de 92 mm. Côté lac, le tube est terminé par une trompette en matière synthétique assurant l'étanchéité. Cette deuxième phase s'est déroulée pour ainsi dire simultanément à la première.

- Déroulement et immersion du câble au fond du lac. Fabriqué d'un seul tenant, celui-ci fut transporté sur bobine jusqu'à Meyriez, tandis que des flotteurs étaient gonflés et entreposés près du lac. Le câble fut alors déroulé et tiré par un radeau, lui-même tracté par un câble d'acier depuis la rive opposée, pour être posé sur l'eau sur toute sa longueur (3,2 km) grâce au soutien des flotteurs placés à intervalles réguliers de 30 m. Les extrémités du câble furent ensuite introduites manuellement par des plongeurs dans les tubes de protection et tirés jusqu'à l'intérieur du central (côté Môtier) et de la chambre de connexion (côté Meyriez). Enfin, le câble fut immergé en dégonflant les flotteurs l'un après l'autre en partant de Môtier. Dans le but de gêner le moins possible la navigation et les pêcheurs, la durée de cette troisième phase ne devait pas excéder trois heures, non compris le temps de raccordement des fibres optiques, réalisé ultérieurement par les monteurs PTT. La sécurité du trafic sur le lac et celle du personnel de pose furent assurées, durant ce laps de temps, par la police cantonale et par la Société de sauvetage du lac de Morat.

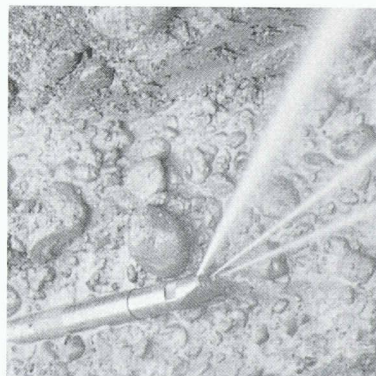
Le système FlowTex

FlowTex est un système de forage horizontal (dans le cas de Morat: incliné) dirigeable, permettant la pose de conduites souterraines (ou sous-lacustres) flexibles de toute nature, à une profondeur située entre 0,4 et 10 m, sans devoir recourir à l'ouverture de fouilles continues sur toute la longueur du tracé.

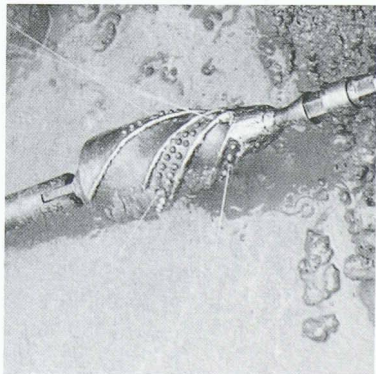
La longueur d'un micro-tunnel avec tirage simultané de la conduite va jusqu'à 150 m par étape ce qui correspond aussi à l'avance journalière. La distance de pose minimale est de 9 m. Les domaines d'application de FlowTex sont multiples et comprennent notamment: les croisements de cours d'eau et d'autoroutes, la construction de siphons, les tubes de protection pour câbles de puissance, de signalisation et de télévision, le captage et la protection des eaux souterraines,



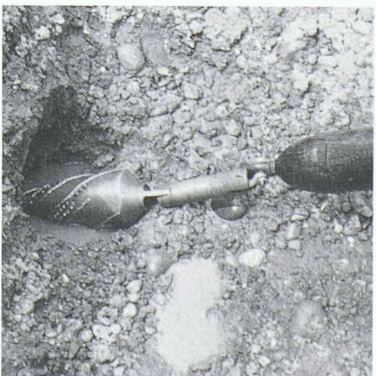
L'affût de forage et la fouille d'attaque dont on remarquera la taille réduite



Lance de forage dotée d'un émetteur



Tête servant à élargir le diamètre de forage



Introduction d'un câble dans son tunnel

l'assainissement de décharges, les conduites d'alimentation en gaz, eau, électricité et de chauffage à distance, etc.

La mise en œuvre exige l'analyse préalable du terrain et la localisation des obstacles à éviter. L'équipement de conduite et de commande nécessaire est monté sur un camion et l'affût de forage sur une remorque. Le chantier se réduit à une fouille de départ et à une fouille d'arrivée distantes au plus de 150 m.

La coordination du travail se fait par liaison radio.

Les travaux commencent à une ouverture d'entrée par un forage pilote d'un diamètre de 50 mm, entamé sous un angle d'attaque de 15 à 30° par rapport à l'horizontale. La pénétration se fait par une lance de forage dotée de buses et d'un émetteur. La lance se fraie un passage dans le terrain en propulsant une suspension de forage en bentonite dont la pression est réglable de 10 à 350 bars. La forme spé-

cial de cette lance lui permet de contourner les obstacles et, grâce aux signaux qu'elle émet, d'être localisée en permanence à l'aide d'un appareil portable avec une précision d'environ 25 mm. Il est à tout moment possible d'en orienter l'avancement par un guidage d'une précision de ± 25 mm, et de connaître ainsi la position exacte de la conduite posée.

La lance est suivie par des tubes en acier spécial d'une longueur de 3 m, assemblés bout à bout sur l'affût.

Une fois parvenue à la fouille d'arrivée, la lance de forage est remplacée par une tête, également munie de buses, qui permet, dans une opération inversée, en un ou plusieurs passages, alors que l'on retire les tubes de forage, l'élargissement de la première galerie et le creusage d'un micro-tunnel au diamètre voulu (maximum 320 mm; diamètre du produit à tirer: maximum 280 mm).

La quantité et la pression du liquide de forage sont surveillées. Au cours

de l'opération d'élargissement, la tête entraîne derrière elle soit la conduite à poser, soit, comme dans le cas de Morat, une gaine protectrice destinée à recevoir la conduite elle-même.

Toutes les données sont fonction de la nature du sol. FlowTex peut travailler dans les sols sablonneux, limoneux et argileux sans inclusions. Par contre, la roche, les remblais de gravats, les cailloux roulés ou les sols très roulants ne conviennent pas à l'application de ce procédé.

FlowTex est une technologie à la fois propre, simple, rapide, économique et efficace.

Elle permet d'éviter les destructions de surface et leurs conséquences, diminue les nuisances sonores et les entraves à la circulation.

Enfin, elle ménage l'environnement, car elle fait appel à un matériau entièrement naturel: la bentonite. Utilisé dans le monde entier, le procédé est exploité en Suisse par les Câbleries de Brugg.

Par Jean-Pierre Weibel,
rédacteur en chef

Notes de lecture

L'activité dans le domaine de la construction est liée à un tissu de réglementations dense, source de conflits multiples. C'est ainsi que l'obtention d'un permis de construire peut conduire à une procédure de recours, naguère marquée dans le canton de Vaud par l'intervention de la Commission cantonale de recours en matière de construction¹. On se référera pour plus de détail à l'ouvrage de M^e Benoît Bovay «Le permis de construire en droit vaudois». L'auteur y a apporté un complément intéressant intitulé *Permis de construire et procédure de recours*, qui est en fait un exposé systématique de la jurisprudence rendue en la matière en 1989. Parue dans la *Revue de droit administratif et de droit fiscal*, cette étude est disponible sous forme de tiré à part, dont la lecture est indispensable comme complément au livre mentionné et recommandée à quiconque est concerné par cette fameuse procédure vaudoise d'attribution du permis de construire.

BENOÎT BOVAY: «Permis de construire et procédure de recours». Une brochure 15 x 22 cm, 36 pages. Edition Benoît Bovay, case postale 3673, 1002 Lausanne, 1991. Prix: Fr. 10.- (port compris).

Les préoccupations écologiques ont pour mérite de mettre en évidence les sciences dites de l'environnement, c'est-à-dire celles qui nous permettent de comprendre les interactions entre la nature et les activités humaines. Ces connaissances sont indispensables pour assurer une saine gestion des ressources naturelles. La collection «Gérer l'environnement», éditée par les Presses polytechniques et uni-

versitaires romandes, veut apporter sa contribution à la diffusion de ces connaissances. Le volume *Physique du sol* est destiné à un vaste lectorat, allant du profane (terme à prendre avec précaution...) au spécialiste désireux approfondir cette discipline. Au moment où l'Institut de génie rural de l'EPFL (auquel appartiennent les auteurs) célèbre son 25^e anniversaire, on aura plaisir à consulter un ouvrage aussi complet, dont la présentation se distingue par sa clarté.

ANDRÉ MUSY et MARC SOUTTER: «Physique du sol». Un vol. broché, 16 x 24 cm, 350 p. avec 250 figures et tableaux. Presses polytechniques romandes, Lausanne, 1991.

L'utilisation judicieuse du sol peut nécessiter le recours à des techniques particulières. C'est le cas des géotextiles, qui font l'objet d'un opuscule «Géotextiles et technique routière», édité par Prodo SA sous l'égide du Comité français des géotextiles et géomembranes (il s'agit du tiré à part d'un article paru dans la *Revue générale des routes et des aérodromes*). Le praticien y trouvera une revue claire et bien illustrée des applications routières de ce matériau moderne, accompagnée d'indications succinctes sur leur mise en œuvre.

«Géotextiles et technique routière». Une brochure A4, 24 pages avec de nombreuses illustrations. Distribution: Prodo SA, 1564 Domdidier.

¹Depuis lors, c'est le Tribunal administratif nouvellement créé qui traite ces recours.