

Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 105 (1979)
Heft: 3: Swissbau 77, Bâle 20-25 février 1979

Artikel: Ouvrages remarquables précontraints autres que ponts et bâtiments construits en Suisse entre 1970 et 1974
Autor: Delisle, Jean-Pierre
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-73813>

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: 29.03.2025

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

Ouvrages remarquables précontraints autres que ponts et bâtiments construits en Suisse entre 1970 et 1974*

par † Jean-Pierre Delisle, Lausanne

Avec le décès du professeur Delisle, les milieux professionnels du génie civil ont perdu un enseignant et un spécialiste de valeur. Outre les activités directement liées à son enseignement et à la direction du Laboratoire d'essais des matériaux pierreux de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, Jean-Pierre Delisle a consacré beaucoup de son temps et de ses compétences à diverses associations professionnelles.

La Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA) — notamment son Groupe des ponts et charpentes — et la Fédération internationale de la précontrainte, entre autres, ont bénéficié de sa collaboration aussi bien par son intérêt pour la bonne marche de ces sociétés que pour les contributions qu'il apportait à leurs manifestations.

C'est ainsi qu'en 1974, le professeur Delisle avait présenté au 7^e congrès de la Fédération internationale de la précontrainte, à New York, le rapport du groupe suisse, consacré à un sujet peu connu : les ouvrages précontraints autres que ponts ou bâtiments. C'est ce rapport que nous présentons ici.

Rédaction

1. Introduction

Plusieurs procédés de construction ayant recours au principe de la précontrainte sont, à l'heure actuelle, entrés dans les mœurs, tels, par exemple, l'usage des tirants précontraints pour protéger les fouilles et stabiliser les versants instables. De nombreux ouvrages qui, pris isolément, sont impressionnants et remarquables, perdent toutefois une partie de leur intérêt une fois placés dans un cadre international ou même national, car il ne s'agit souvent pas de réalisations originales.

Sur quels critères faut-il s'appuyer pour juger si un ouvrage est digne d'être considéré comme remarquable ou non ? Est-ce l'importance de l'ouvrage et ses dimensions qui sont déterminantes même si, d'autre part, le principe et le procédé de construction sont en eux-mêmes bien connus ? (fig. 1) Est-ce l'audace ou les difficultés d'exécution ? Est-ce l'originalité de la conception ? Les innovations et perfectionnements apportés aux procédés utilisés ? La nouveauté de l'application de la précontrainte à un type d'ouvrage ?

Parmi les critères énumérés plus haut, il nous a semblé que les plus intéressants

à retenir étaient les trois derniers, à savoir l'originalité de la conception, les améliorations technologiques et techniques apportées à des procédés de construction déjà connus et les domaines nouveaux

Résumé

L'article présente et illustre des ouvrages en béton précontraint, autres que ponts ou bâtiments, construits en Suisse entre 1970 et 1974. Ils ont été choisis en fonction de l'originalité de leur conception, des améliorations technologiques et techniques apportées à des procédés déjà connus ainsi que de la nouveauté des domaines d'applications.

Synopsis

Pre-stressed concrete constructions other than bridges or buildings, erected in Switzerland between 1970 and 1974, are described in text and figures. They were selected according to originality of design, technological improvements in well known processes and novelty of applications.

d'application de la précontrainte apparus en Suisse ces dernières années.

2. Tirants précontrainte

Les principaux développements et progrès faits récemment en Suisse dans le domaine des tirants précontraints concernent :

- a) l'augmentation de la capacité portante des tirants grâce à des procédés de réinjection du sol dans la zone de scellement.
- b) la libération du sol en vue de futurs travaux par l'emploi de tirants démontables après usage ;
- c) l'amélioration de la durabilité et du contrôle des tirants permanents.

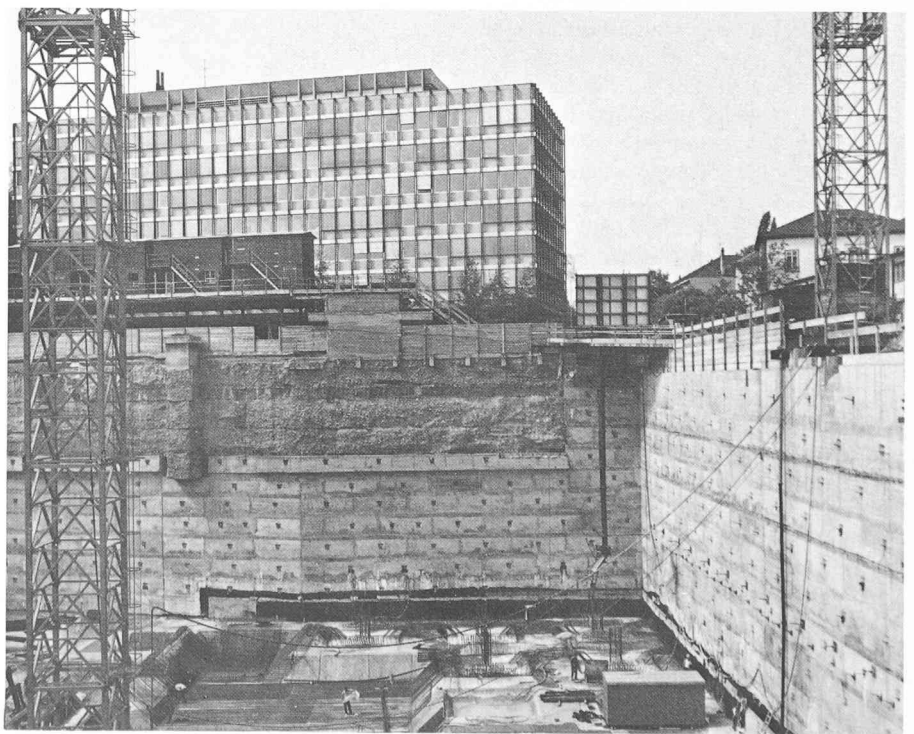


Fig. 1. — Fouille de la banque de Bâle. Fouille de 95 m x 70 m pour laquelle 11,2 km de tirants Duplex de 30 à 50 tonnes ont été employés. La profondeur moyenne de la fouille est de 19,2 m dans un sol composé de 8 à 12 m de gravier surmontant une couche de marne fortement argileuse. Ingénieurs: Suter & Suter, Bâle.

Entreprise: Stump Bohr AG, Zurich.

* Rapport du groupe suisse présenté pour le 7^e Congrès de la FIP à New York, en 1974 (Fédération internationale de la précontrainte).

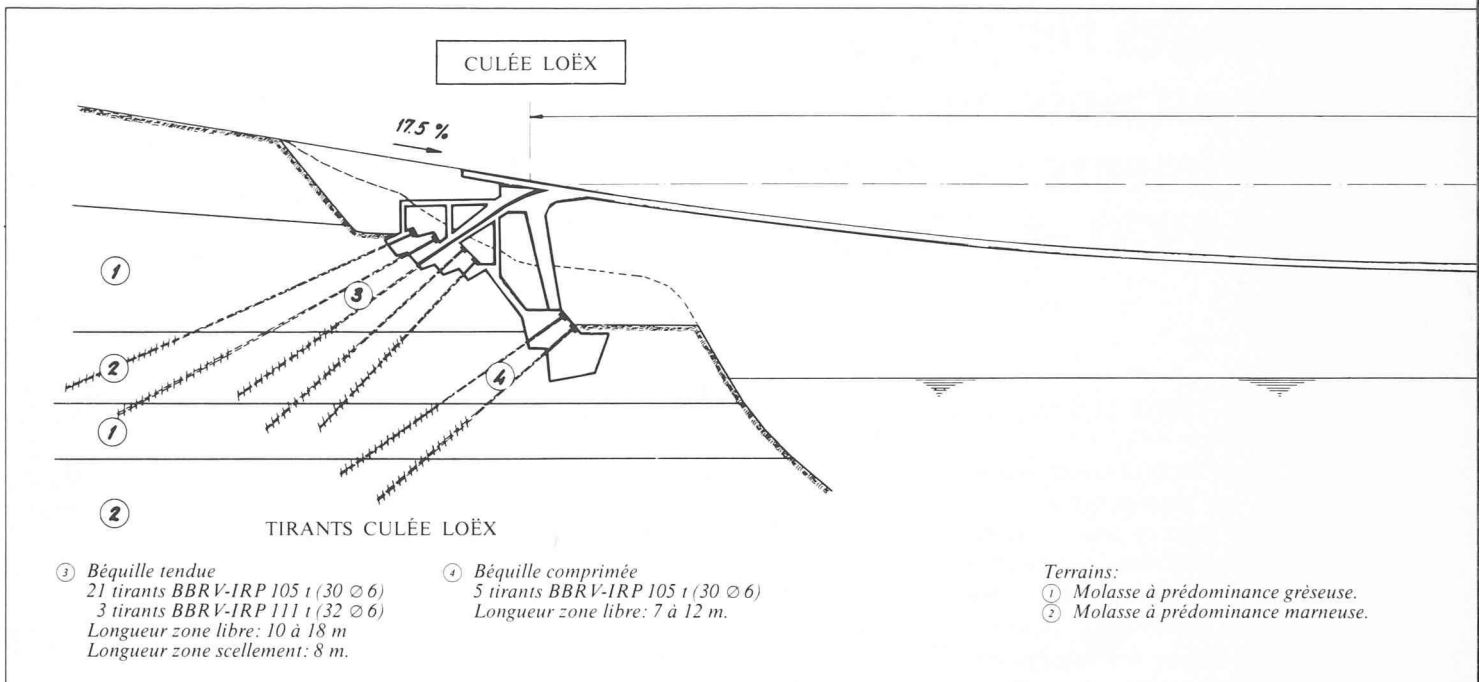
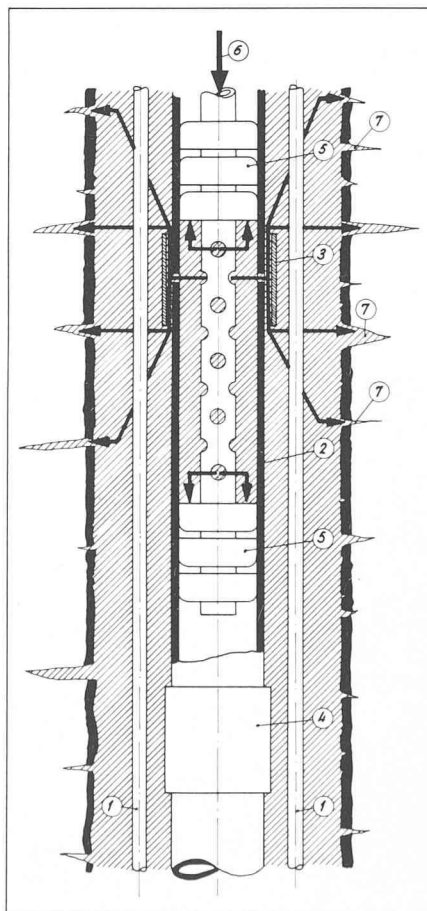


Fig. 3. — Coupe longitudinale de la passerelle tendue précontrainte de Sapro sur le Rhône au Lignon.

2.1 Tirants réinjectables

La bonne tenue d'un tirant dépend fortement de la qualité du scellement et de la consolidation du sol réalisée autour de la zone d'ancrage lors de l'injection primaire du tirant. Plusieurs méthodes ont été développées pour pouvoir réinjecter le terrain à plusieurs reprises.

- a) Tube extérieur scellé :** un tube est scellé dans le sol sur la longueur libre du tirant et sert de tubage perdu pour la perforation, l'injection et la reperforation répétées de la zone de scellement. Une fois le sol dans la zone d'ancrage convenablement consolidé, le tirant est introduit à l'intérieur du tubage et scellé au sol par injection.
- b) Tube à manchettes extérieur :** le tube scellé dans le sol a une longueur égale à celle du tirant. Dans la zone de scellement, le tube est percé tous les 50 cm et recouvert d'une manchette de caoutchouc jouant le rôle de valve. À l'aide d'un double obturateur introduit à l'intérieur du tube à manchettes, il est possible d'injecter le terrain au niveau désiré autant de fois que cela est jugé nécessaire sans avoir besoin de reperforer le terrain après chaque injection.
- c) Tube à manchettes intérieur, appelé aussi tirant IRP, (le sigle IRP signifie « injection répétée sous pression »).** Il s'agit d'un tirant à l'intérieur duquel a été disposé un tube à manchettes de faible diamètre semblable en principe aux tubes à manchettes utilisés pour l'injection répétée des sols. En descendant un double obturateur à l'intérieur du tube à manchette (fig. 2), on peut réinjecter le sol au niveau choisi et à autant de reprises qu'on le désire, pour autant qu'on lave



- 1 Câble à fils, à barres ou à torons parallèles.
- 2 Tube à manchette disposé à l'intérieur du câble.
- 3 Manchette en cours d'injection jouant le rôle de valve.
- 4 Manchette située à un niveau inférieur à celui de la manchette injectée.
- 5 Double obturateur descendu à l'intérieur du tube à manchette.
- 6 Coulis d'injection sous pression pompé depuis la surface.
- 7 Coulis d'injection pénétrant dans le sol au niveau de la manchette injectée.

Fig. 2. — Croquis d'un tirant IRP.
(IRP = Injections répétées sous pression.)

l'intérieur du tube à manchettes en fin d'injection. Si un tirant IRP lâche, il n'est pas perdu car il suffit de le réinjecter. De ce fait, tous les tirants IRP peuvent avantageusement jouer le rôle de tirants d'essai puisqu'ils ne sont pas rendus inutilisables par suite d'une rupture de la zone de scellement. La capacité portante du sol peut ainsi être contrôlée de façon économique.

La première application importante en Suisse du procédé IRP, qui est une invention d'origine française, a été l'ancrage des culées de la passerelle tendue précontrainte de Sapro au Lignon, près de Genève (fig. 3).

Cette passerelle se compose de 74 éléments préfabriqués de 3,10 m de largeur par 1,70 m de longueur posés sur, puis précontraints par quatre câbles BBRV de 420 tonnes d'effort nominal (92 Ø 7). Les câbles porteurs sont ancrés dans des culées espacées de 136 m, formées chacune d'une béquille comprimée et d'une béquille tendue transmettant au sol des efforts de traction de l'ordre de 1800 tonnes au stade de rupture. Ces efforts sont repris par des tirants précontraints dans les sols BBRV-IRP de 105 tonnes. Le sol était constitué par une succession de couches de molasse gréseuse et marneuse. Les tirants ont été disposés de façon à ce que les zones de scellement soient avant tout situées dans des couches de molasse gréseuse non altérée. On notera la chambre d'accès aux têtes d'ancrage aménagée dans les béquilles pour le contrôle périodique de l'effort dans les tirants. La figure 4 montre la batterie de tubes métalliques noyés dans la fondation d'une béquille tendue pour permettre le passage des tirants ; la photo

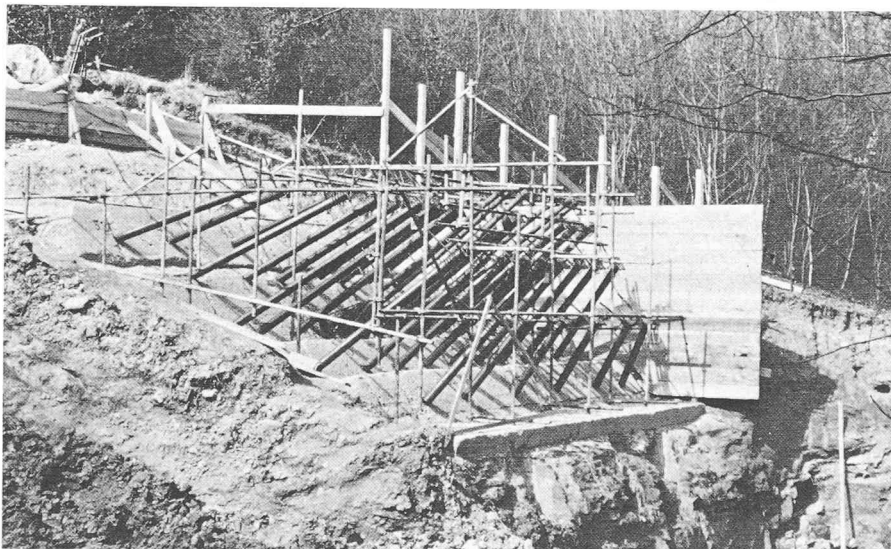
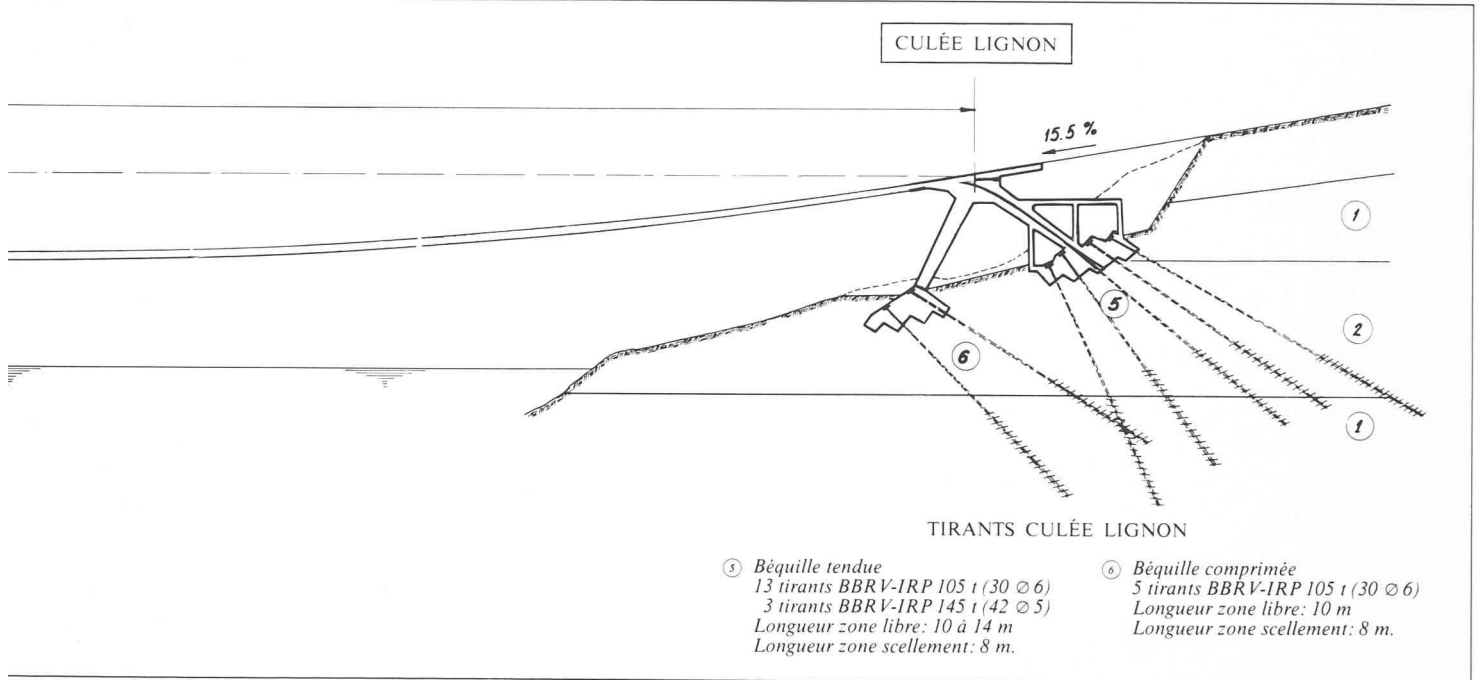


Fig. 4. — Vue de la fondation d'une béquille de traction avant pose de l'armature.

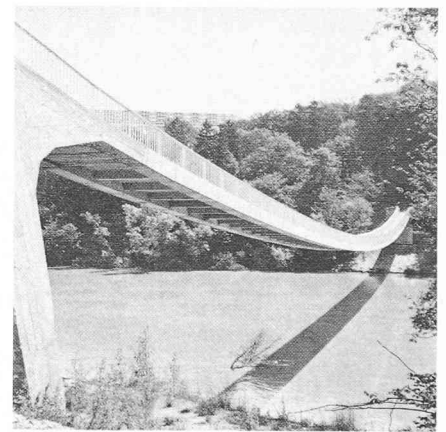


Fig. 5. — Vue de la passerelle terminée.
Auteur du projet: Bureau H. Weisz, Genève, et Bureau Wenaweser et Wolfensberger, Zurich.
Tirants dans les sols, préfabrication et précontrainte: Stahlton SA, Lausanne et Zurich.
Pose des tirants: Swissboring SA, Lausanne.
Génie civil: Induni SA, Genève.

a été prise avant que l'armature ait été posée. La figure 5 montre l'ouvrage terminé.

Des tirants précontraints BBRV-IRP de 90 et 145 tonnes ont été également placés avec succès dans des terrains de mauvaise qualité ayant la réputation de ne pas pouvoir supporter des tirants de plus de 30 tonnes. Au parking des Nations à Genève, 125 tirants de 20 m de longueur ont été placés soit dans une couche d'argile limoneuse supra-glaciaire ($\varphi = 0$, $c = 1,6 \text{ kg/cm}^2$ / $\varphi' = 270$, $c' = 0,1 \text{ kg/cm}^2$), soit dans une couche de moraine limono-argileuse ($\varphi = 0$, $c = 0,7 \text{ kg/cm}^2$ / $\varphi' = 30^\circ$, $c' = 0,1 \text{ kg/cm}^2$). Il s'agissait de tirants provisoires qui ont tous tenu après avoir été injectés à trois reprises. La longueur de scellement était de 10 m et la pression d'injection limitée à 20 kg/cm^2 pour éviter le soulèvement des bâtiments voisins. (Ingénieurs: C. Zschokke SA, Genève; entreprise: Swissboring SA, Lausanne.)

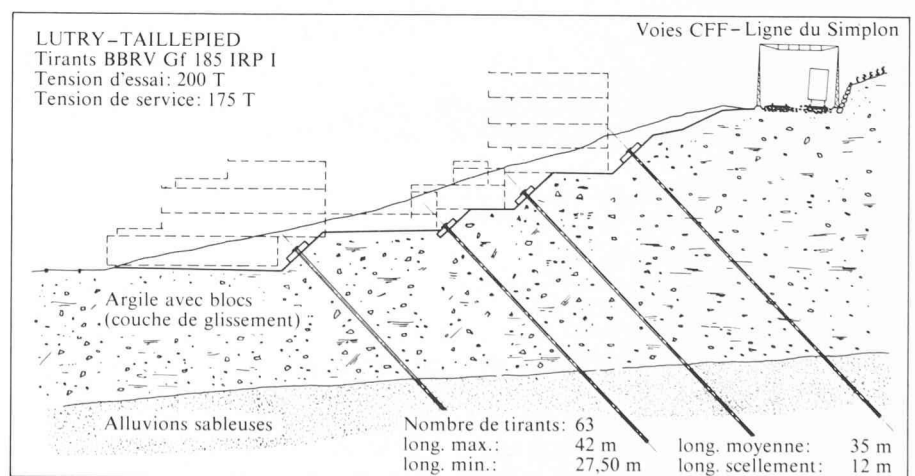


Fig. 6. — Stabilisation des fouilles de Taillepied à Lutry.
Ingénieur: A. Kugler, Lausanne.

Entreprise: Swissboring SA, Lausanne.

Des tirants du même type, mais permanents et de plus fort tonnage, ont été exécutés dans des sols pulvérulents. Dans un talus instable en contre-bas de la ligne de chemin de fer du Simplon à Taillepied

près de Lausanne, 63 tirants précontraints permanents BBRV-IRP de 200 tonnes de charge d'essai et 175 tonnes de charge de service ont été scellés dans du sable lacustre pour stabiliser le talus (fig. 6).

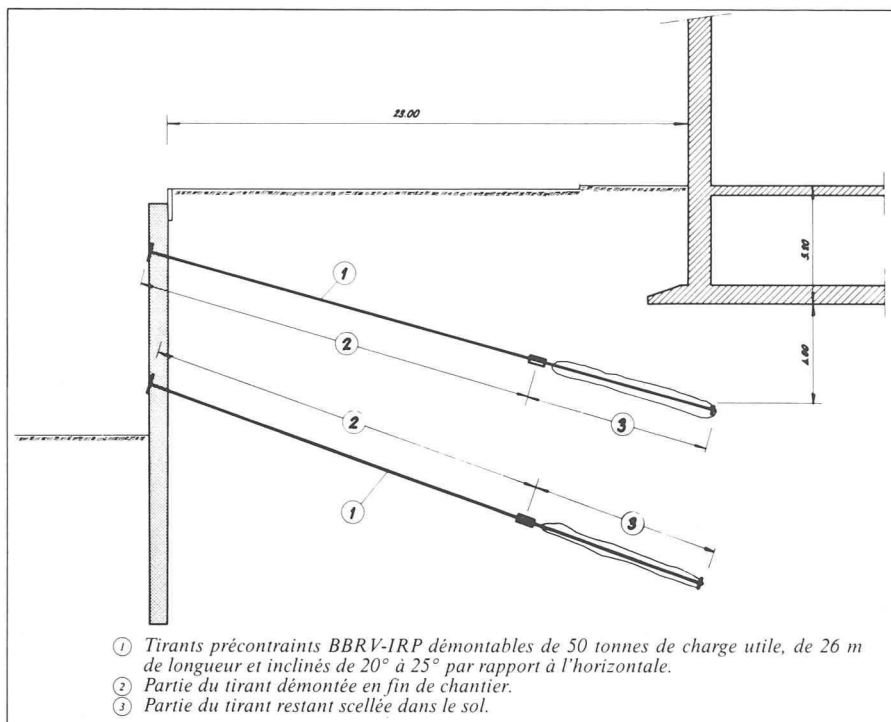


Fig. 7. — Section type de l'ancrage de la paroi moulée dans le sol du garage souterrain de la place de la Gare à Lucerne.

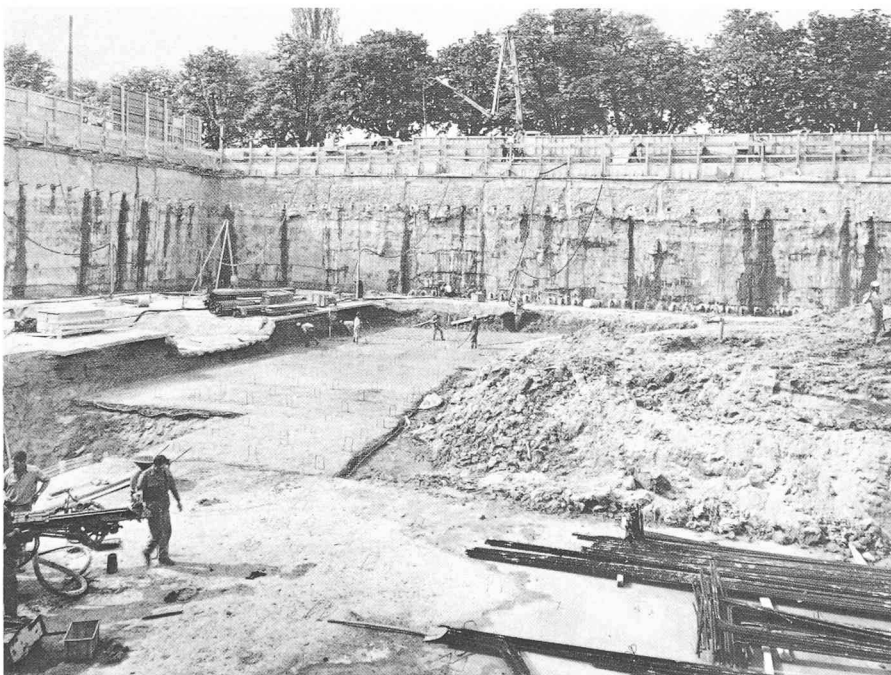


Fig. 8. — Vue du chantier.
 8 000 m de tirants réinjectables démontables BBRV-IRP de 50 tonnes ont été employés pour ancrer la paroi moulée formant l'enceinte. Le sol, de mauvaise tenue, était constitué de limons argileux et de sables fins.
 Ingénieur: Schubiger & C^{ie}, Lucerne. Entreprise: Swissboring SA, Zurich.

2.2 Tirants démontables

Les administrations et propriétaires de parcelles voisines de fouilles dont la stabilité est provisoirement assurée par des tirants précontraints commencent à exiger que les tirants soient détendus et leur partie libre retirée à la fin des travaux, de façon à ne pas gêner d'éventuelles constructions futures.

Les tirants composés d'une ou plusieurs barres filetées peuvent facilement être rendus démontables en divisant le tirant en deux parties raccordées au moyen de

filetages et de manchons. L'une des parties, constituant la zone de scellement, reste perdue dans le sol tandis que l'autre est dévissée en fin de travaux. Sur le chantier du garage souterrain de la place de la gare de Lucerne, on a été plus loin et on a réalisé des tirants réinjectables démontables (fig. 7 et 8).

2.3 Durabilité et contrôle des tirants

Le niveau inférieur du radier de fondation de la nouvelle gare souterraine de

chemin de fer de l'aéroport de Kloten est situé 12 mètres en-dessous du niveau de la nappe phréatique. Pour lutter contre les sous-pressions, le radier de fondation a été ancré avec des tirants permanents de 69 tonnes. Le problème de la protection des tirants contre la corrosion était particulièrement important à cause de la présence possible de courants vagabonds. Le système retenu, considéré comme particulièrement apte à assurer une protection efficace des tirants contre la corrosion, a été celui du tube à manchettes extérieur. En effet, la protection de l'armature précontrainte est assurée :

- a) par la gaine de scellement au sol du tube à manchettes extérieur, et réalisée par injection d'un coulis d'argile-ciment ;
- b) par le tube à manchettes extérieur en acier ;
- c) par l'enrobage du tirant au moyen d'un coulis de ciment mis en place dans de bonnes conditions par injection à l'intérieur du tube à manchettes.

La figure 9 montre le radier de fondation en voie d'exécution. Dans la partie centrale de la photo, le radier n'a pas encore été coulé et l'on aperçoit l'extrémité des tirants permanents verticaux sortant de la dalle de propreté. Il sera employé sur ce chantier environ 20 000 m de tirants permanents avec tube à manchettes extérieur. Le sol, de mauvaise tenue, est formé de sable fin, en partie argileux. Pour assurer la stabilité des parois de palplanches, il a été utilisé jusqu'à maintenant environ 11 000 m de tirants provisoires BBRV-IRP de 30 à 60 tonnes.

Dans les ouvrages dont la stabilité est entièrement assurée par des tirants précontraints permanents, le contrôle de ces tirants dans le temps est d'une extrême importance.

Pour la passerelle tendue précontrainte de Sapro, dont il a déjà été parlé, la zone libre des tirants a été remplie avec un produit de protection visqueux. Les ancrages mobiles des tirants sont situés dans une chambre accessible (voir fig. 3). L'effort dans les tirants est contrôlé périodiquement en mesurant l'effort requis pour décoller l'écrou de la tête d'ancrage de chaque tirant. Comme aucun effort de coincement n'est utilisé pour ancrer les fils du tirant sur les têtes d'ancrage BBRV, il est facile de vérifier si aucun fil ne s'est rompu.

Dans la caverne d'aération du tunnel de Seelisberg, environ 600 tirants en rocher VSL de 100 à 150 tonnes de charge utile et de 15 m de longueur assurent la stabilité de l'excavation. L'effort de précontrainte présent dans un certain nombre de tirants est contrôlé par un dispositif de mesures relié à une salle de lecture (fig. 10 et 11).

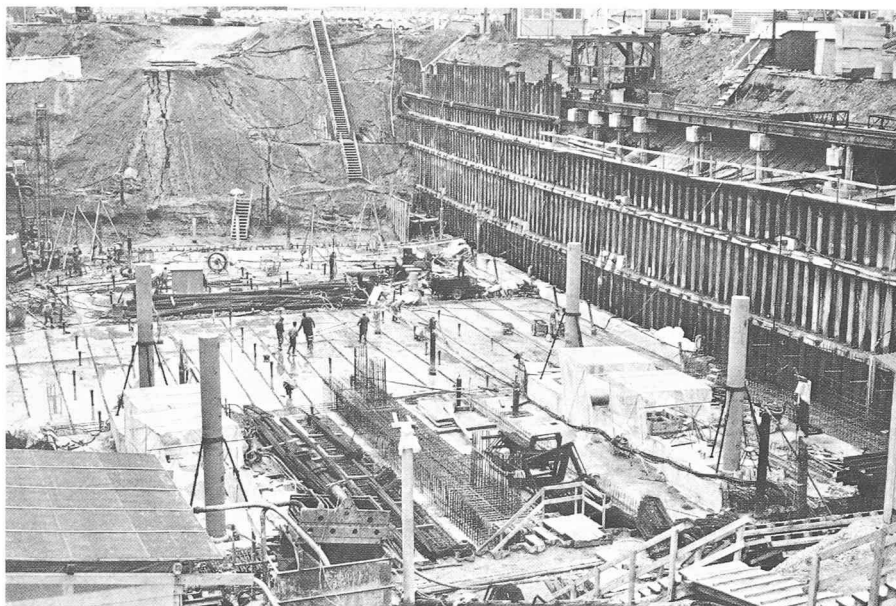


Fig. 9. — Vue du radier de fondation en voie d'exécution.
Ingénieurs: Ingenieurgesellschaft Locher & Cie AG & Aschwanden & Speck, Zurich.
Entreprise: Swissboring SA, Zurich.



Fig. 13. — Détail d'un panneau préfabriqué en cours de pose.

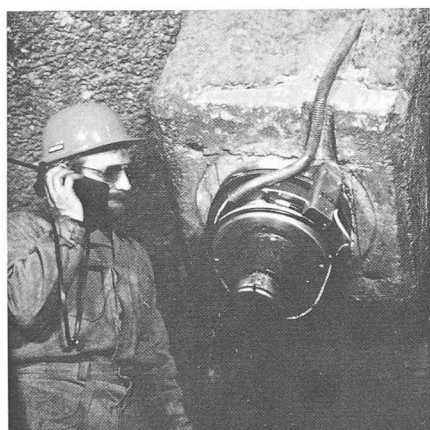


Fig. 10. — Dispositif de mesure de l'effort dans un tirant.



Fig. 11. — Appareillage de lecture à distance.

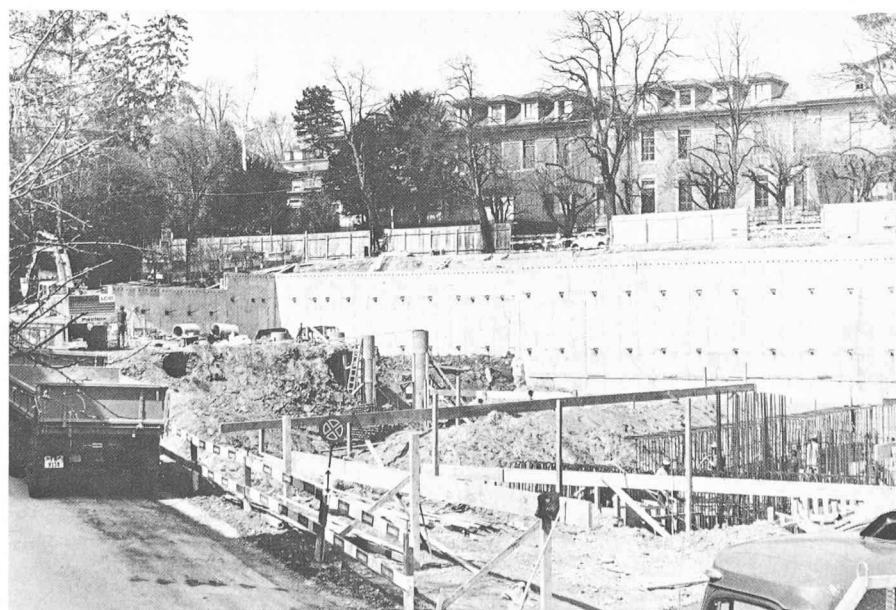


Fig. 12. — Paroi moulée de la clinique infantile universitaire de l'île de Berne, réalisée au moyen de panneaux préfabriqués.
Sur ce chantier, il a été utilisé 90 tirants VSL de 50 tonnes de 12 à 25 m de longueur totale.
Ingénieurs: Staudacher & Siegenthaler AG, Berne. Entreprise: Losinger AG, Berne.

3. Parois moulées dans le sol

Nous avons déjà vu, sur plusieurs des chantiers présentés, que les parois moulées dans le sol et les tirants précontraints font bon ménage, les tirants précontraints remplaçant avantageusement les encombrants étais requis en tête de paroi. Pour la clinique infantile universitaire de Inselspital de Berne, il a été réalisé une paroi dans le sol formée au moyen de panneaux préfabriqués placés dans une saignée (fig. 12). On obtient ainsi une paroi présentant une surface finie régulière et de haute qualité. En outre, le dispositif d'appui des têtes d'ancrage des tirants est déjà en place dans les éléments préfabriqués (fig. 13). Comme les matériaux ont été préparés et mis en œuvre dans d'excellentes conditions à l'usine de préfabrication, le risque de rupture du béton derrière les plaques d'appui lors de la mise en tension des tirants est éliminé malgré la faible épaisseur de béton présente.

Si le procédé de construction par éléments préfabriqués de parois mis en place dans une saignée continue à se développer, il y aura certainement intérêt un jour à utiliser des éléments précontraints par fils adhérents. La précontrainte n'a toutefois pas attendu ce jour pour faire son apparition dans le domaine des parois moulées dans le sol. Six chantiers de parois moulées exécutés récemment en Suisse par l'Entreprise ICOS ont été précontraints par des câbles gainés et injectés BBRV de 145 à 238 tonnes. Les figures 14 et 15 montrent la mise en place des cages d'armatures avec les câbles de précontrainte.

Grâce à la précontrainte, la capacité de résistance de la paroi est notablement accrue, sans augmentation du poids ou de l'encombrement des cages d'armature, ce qui permet soit de renoncer à l'emploi de tout ancrage de la paroi par tirants

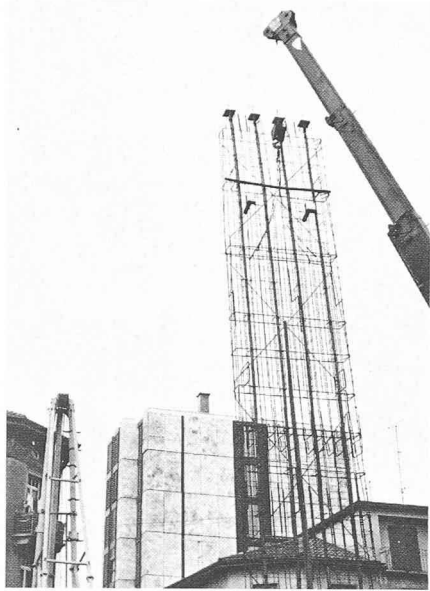


Fig. 14. — Mise en place d'une cage d'armature. Détail de la partie supérieure de la cage.

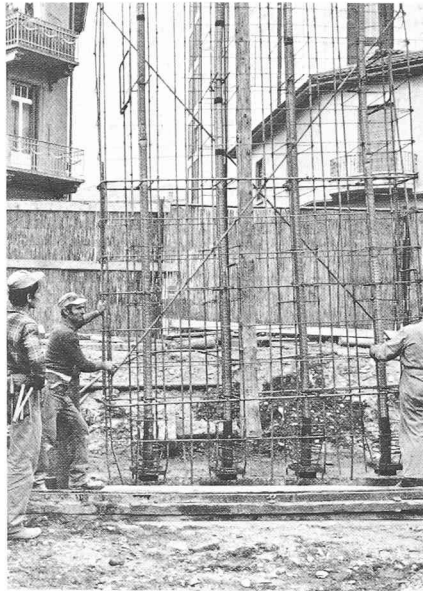


Fig. 15. — Mise en place d'une cage d'armature. Détail de la partie inférieure d'une cage.

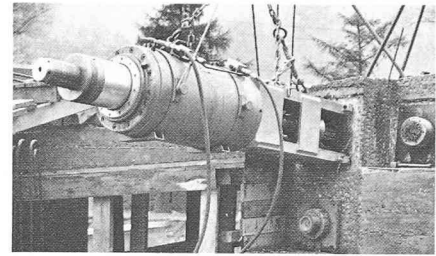


Fig. 17. — Détails de têtes d'ancrage et de vérins de 500 tonnes type BBRV.

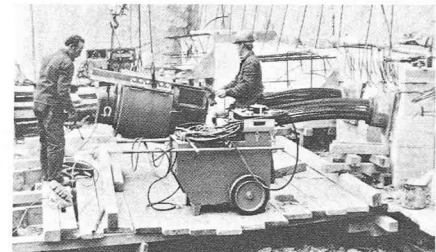


Fig. 18. — Détails de têtes d'ancrage et de vérins de 500 tonnes type VSL.

dans les sols, soit de se borner à réaliser une seule rangée de tirants dans les sols en tête de la paroi. De cette façon, les travaux d'excavation sont simplifiés, car il n'y a aucune interférence entre l'avancement des travaux d'ancrage et ceux d'excavation.

4. Câbles de précontrainte de très fort tonnage

Aucun caisson ni enceinte de réacteur en béton précontraint n'a été construit en Suisse ces quatre dernières années. Les études et essais en vue de développer des techniques de précontrainte économiques pour ces types d'ouvrage ont néanmoins continué. Le bureau BBR a

mis au point une machine à frotter à haute puissance utilisant des torons de 3/8" tendus avec une force 8,5 tonnes (fig. 16).

Les unités de fort tonnage de l'ordre de 500 tonnes de charge utile, primitivement prévues pour la construction des réacteurs, sont maintenant couramment utilisées dans la construction des ponts (fig. 17 et 18). Des câbles et des vérins VSL de fort tonnage ont aussi été utilisés pour lever ou déplacer des éléments de poids élevé (fig. 19 et 20).

Des tirants VSL ont été utilisés pour précontraindre les colonnes de presses construites pour la fabrication d'électrodes de carbone (fig. 21 et 22). Les câbles, constitués par des torons parallèles, travaillent à 48 % de leur charge de rup-

Fig. 16. — Machine à frotter les caissons de réacteur en fonction sur un anneau d'essai.

Le frottement élimine les ancrages, les emplacements de mise en tension (niches ou saillies) et les pertes par frottement. Les couches de câble sont disposées dans des rainures horizontales fermées et injectées ultérieurement.

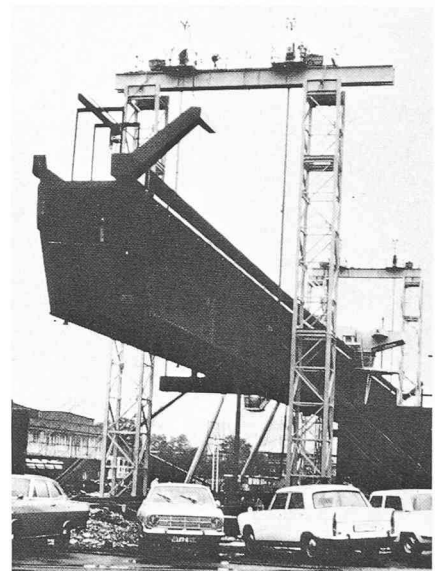
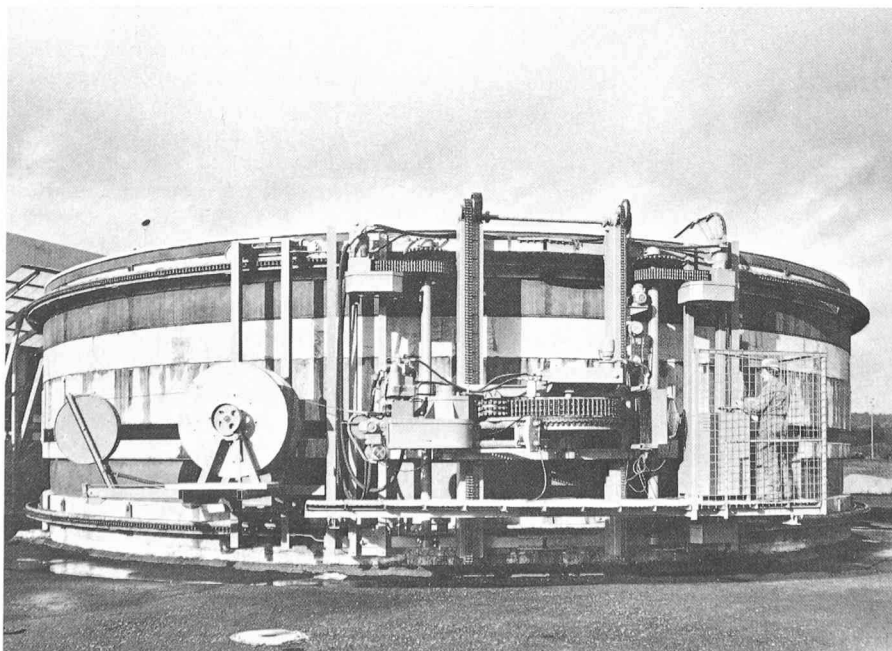


Fig. 19. — Levage d'une poutre de grue portique au port de Bâle.
Poids de la poutre: 560 tonnes.
Quatre câbles et vérins VSL de 500 tonnes ont été utilisés pour lever la poutre.

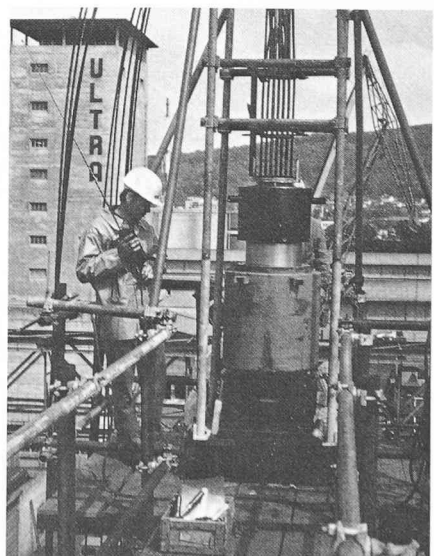


Fig. 20. — Détail d'un vérin de levage.
Maître de l'ouvrage: Ultra SA, Bâle.
Entreprise de levage: Losinger Ltd, VSL International, Berne.

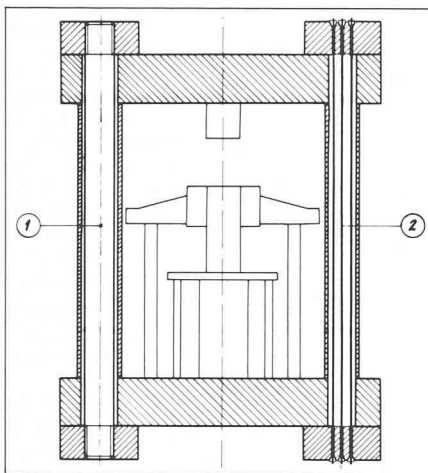


Fig. 21. — Croquis de principe d'une presse.

- ① Méthode conventionnelle de réalisation des montants par tiges filetées.
② Nouvelle méthode avec câbles de précontrainte de fort tonnage.

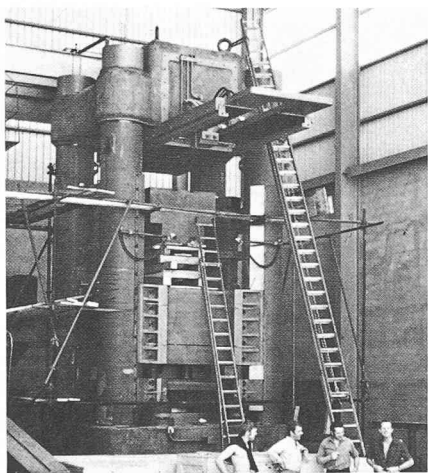


Fig. 22. — Vue d'une presse en cours de montage.
Constructeur de la presse: Von Roll SA, Klus.
Précontrainte: Losinger Ltd, VSL International, Berne.

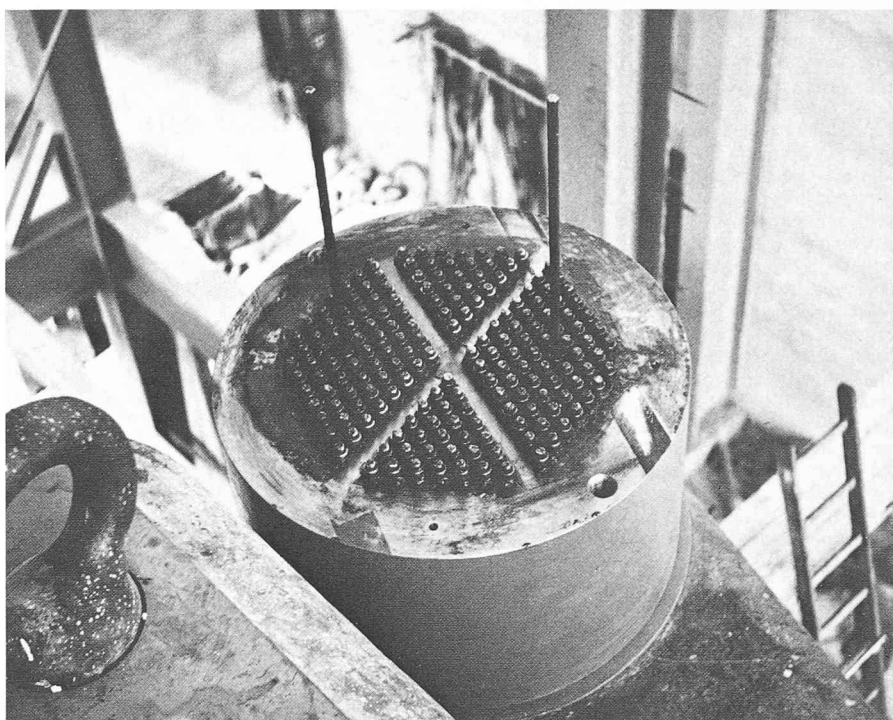


Fig. 23. — Détail de la tête d'ancrage d'un câble de 5 366 tonnes de charge ultime.

ture. La plus importante presse réalisée jusqu'à maintenant selon ce principe est une presse de 7000 tonnes dont chaque colonne est précontrainte par un câble VSL de 5366 tonnes de charge ultime composé de 182 torons. La tête d'ancrage d'un tel câble a 390 mm d'épaisseur, 750 mm de diamètre et pèse environ 1500 kg (fig. 23).

De nouvelles unités de très fort tonnage à haute résistance aux efforts dynamiques

et à la fatigue ont été mises au point par le bureau BBR pour les ponts suspendus à haubans inclinés et les tours élevées raidies par haubans. Ces tirants n'ont toutefois pas encore fait l'objet d'applications spectaculaires en Suisse.

† Jean-Pierre Delisle
professeur EPFL
directeur du Laboratoire
des matériaux pierreux
Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

Actualité

Le pétrole — une importante matière première pour l'industrie chimique

Bilan énergétique

Le pétrole est pour la Suisse la principale source d'énergie primaire. L'Office fédéral de l'économie énergétique publie chaque année un rapport sur la part des différents agents énergétiques entrant dans la consommation totale d'énergie en Suisse. C'est ainsi qu'en 1977, la part des produits pétroliers dans la consommation d'énergie primaire était de 75 % et celle de l'électricité de 17,9 %. Le reste s'est réparti entre le gaz (4,3 %), le charbon (1,6 %) et le bois (1,2 %). Chacun sait que le pétrole est la matière première dont on tire des huiles de chauffage, des lubrifiants, des mazouts et du bitume.

Mais on est beaucoup moins conscient dans le public de l'importance du pétrole en tant que matière première pour l'industrie chimique. Dans ce domaine la

pétrochimie joue un rôle fondamental, car elle fournit les matières de base servant à la fabrication d'une palette très variée de produits de haute qualité, que nous rencontrons dans presque tous les secteurs de la vie quotidienne.

Les produits de la pétrochimie

Le pétrole est un mélange très complexe de substances hydrocarbonées. C'est un produit naturel qui s'est formé il y a des millions d'années sous l'action de la pression et de la chaleur, à partir de processus de putréfaction d'organismes en décomposition, dont les substances ont été dégradées par voie biochimique à l'aide de ferments. Les produits de dégradation se sont rassemblés pendant de très longues périodes dans des formations géologiques favorisées et constituent les gisements pétrolifères connus aujourd'hui. Le carbone et l'hydrogène sont les deux éléments de base de la chimie organique. C'est pourquoi on a tenté très tôt déjà

d'utiliser des hydrocarbures d'origine pétrolière en lieu et place du charbon comme matière première dans l'industrie chimique. Le premier succès dans ce domaine fut remporté en 1920 aux Etats-Unis d'Amérique où l'on réussit à synthétiser de l'acétone à partir du propylène. Les Etats-Unis offraient des conditions idéales pour le développement de la pétrochimie entre les deux guerres. De nombreuses raffineries y furent construites. De plus, on y introduisit le craquage thermique pour la production d'essence. Ce procédé permet, grâce à l'emploi de la chaleur, de fragmenter à des températures élevées les grosses molécules des hydrocarbures en molécules plus petites. Par ce procédé de fabrication des gaz de raffinerie qui contiennent des oléfines sont produits. Celles-ci peuvent être transformées en produits chimiques importants. En outre, les Etats-Unis disposaient de gaz naturel, ce qui leur fournissait de l'énergie à meilleur compte ainsi que des produits de base pour la fabrication d'oléfines. L'accroissement de la demande qui s'est fait sentir pendant la Seconde guerre mondiale donna une impulsion puis-

sante à la pétrochimie, qui se trouva être déjà fort développée en 1945.

En Europe, cette évolution avait connu du retard, essentiellement du fait qu'initialement les raffineries se sont surtout construites dans les pays producteurs de pétrole. Ce n'est qu'à la fin de la Seconde guerre mondiale que, dans les pays d'Europe occidentale, on s'est mis à bâtir davantage de raffineries à proximité des centres de consommation. Cela eut pour conséquence de développer rapidement la production de produits pétrochimiques en Europe. D'autre part, des pays comme l'URSS et d'autres pays de l'Est, l'Australie, le Canada, les Indes, l'Afrique du Sud et l'Amérique du Sud disposent d'industries pétrochimiques en plein essor. Au cours des dernières années, les pays producteurs de pétrole du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord se sont également mis à fabriquer leurs propres produits chimiques à partir de l'or noir.

Le carbone — élément de base

En analysant les produits de l'industrie chimique sous l'angle de leur composition chimique,