Le renforcement des fondations du pont du Mont-Blanc, à Genève: travail exécuté par les "hommes-grenouilles"

Autor(en): **Maret, R.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **91 (1965)**

Heft 21

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-67677

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

d'une longueur équivalente, il était indispensable de construire les échafaudages en une fois, au moins sur un secteur complet. La réutilisation n'était possible que d'un secteur à l'autre. D'autre part, les délais d'exécution étant extrêmement courts, étant donné que l'autoroute devait être terminée avant l'ouverture de l'Exposition nationale, la réutilisation des échafaudages n'a pu être réalisée que partiellement. L'entrepreneur a proposé une solution qui s'est révélée très rationnelle. Les échafaudages sont composés de poutres en treillis en bois de 8, 10 et 12 m de longueur, de même hauteur, portées par des appuis pendules, ce qui a notablement simplifié l'exécution des fondations des échafaudages. Chaque appui, également en bois, est muni à la base de coins métalliques permettant en tout temps de compenser un tassement éventuel. Les poutres en treillis reposent à leurs extrémités sur ces appuis pendules. Cette conception a l'avantage de réduire au minimum la résistance de l'échafaudage lors de la précontrainte. La fabrication en série des poutres en treillis en bois offre certainement des avantages pour la rapidité d'exécution et de montage et donne des possibilités de réutilisation même ultérieurement pour d'autres ouvrages. La rigidité a été excellente et aucune flexion ou déformation notable n'a été constatée. Les échafaudages ont dû tenir compte des courbes et des devers, ce qui n'a pas simplifié la tâche de leur exécutant. Des coins en bois placés sous l'appui des poutres en treillis ont facilité cette adaptation, complétée, cela va sans dire, par un platelage adéquat.

L'esthétique, en général, dont il a été question plus haut, n'a pas été négligée dans le détail non plus ; des études préalables ont été faites pour déterminer le sens le plus favorable des lames des coffrages en bois, ainsi que leur longueur. On a ainsi réussi à obtenir des éléments d'une grande régularité et d'une grande simplicité (voir fig. 8).

Les bordures des chaussées ont été bétonnées après coup, par éléments de 2,50 m de longueur. Pour raccourcir encore les délais, on a fait usage d'une série de coffrages métalliques et d'un durcissement accéléré par de la vapeur d'eau ; on a ainsi pu obtenir un cycle complet : coffrage-bétonnage-décoffrage en vingt-quatre heures. Ces bordures supportent enfin une filière en tube de métal léger de fort diamètre.

Les travaux de construction des ponts proprement dits ont été confiés à l'entreprise Losinger & Co S.A., sauf le pont-dalle intermédiaire, qui a été exécuté par l'entreprise Walo-Bertschinger. La mise en place des pieux a été répartie entre les entreprises Brunner et Losinger & Co. S.A.

Pour terminer, nous pensons utile de relever que le Bureau de construction des autoroutes vaudoises n'a pas craint de faire exécuter une œuvre de grande envergure, dans un style qui s'intégrera sans doute dans la banlieue lausannoise de façon agréable.

Lausanne, le 31 mai 1965.

LE RENFORCEMENT DES FONDATIONS DU PONT DU MONT-BLANC, À GENÈVE

TRAVAIL EXÉCUTÉ PAR LES « HOMMES-GRENOUILLES »

par R. MARET

Introduction

A l'heure actuelle, il ne se passe pas un jour sans que la presse, qu'elle soit écrite, parlée ou télévisée, signale les interventions modestes ou spectaculaires des plongeurs autonomes ou « hommes-grenouilles ».

La fréquence de ces mentions est naturellement fonction du nombre d'actions menées par ces spécialistes du travail subaquatique.

En effet, le développement constant enregistré dans le domaine de la plongée durant et depuis la dernière guerre mondiale a permis de confier aux plongeurs actuels des missions variées jusqu'ici interdites à leurs prédécesseurs, les scaphandriers lourds.

Signalons, comme avantages principaux offerts par les équipements modernes, leur légèreté et leur souplesse permettant une grande aisance de déplacement et de travail dans le milieu aquatique. De même les appareils respiratoires légers, permettant au plongeur d'emporter avec lui sa réserve d'air, le rendent ainsi autonome et non dépendant d'une équipe de surface.

Ces derniers avantages ont naturellement été mis à profit par les entrepreneurs de travaux hydrauliques et ont permis de mener à bien des travaux dont la réalisation, certes possible à l'aide d'autres méthodes, aurait cependant été d'un coût plus élevé.

Les quelques lignes qui suivent décrivent la réalisation d'un ouvrage où l'intervention des plongeurs s'est avérée très efficace.

Renforcement des fondations du pont du Mont-Blanc, à Genève [1]

Lorsque le Rhône quitte le lac Léman pour reprendre son cours en direction de la mer, le premier ouvrage qu'il rencontre en traversant Genève est le pont du Mont-Blanc.

Long de 250 mètres entre joints de dilatation, cet ouvrage métallique repose sur onze piles et deux culées (situation sur figure 1).

Construit en 1861, sa largeur initiale de 16,0 m assurait au trafic de l'époque une fluidité que lui envie-

[1] Maître de l'œuvre : Département des travaux publics du canton de Genève, Service des ponts et chaussées.
Ingénieur mandaté : Bureau d'ingénieurs *Pierre Tremblet*, Genève.
Entreprise adjudicataire des travaux de renforcement des fondations : *Société anonyme Conrad ZSCHOKKE*, Genève.

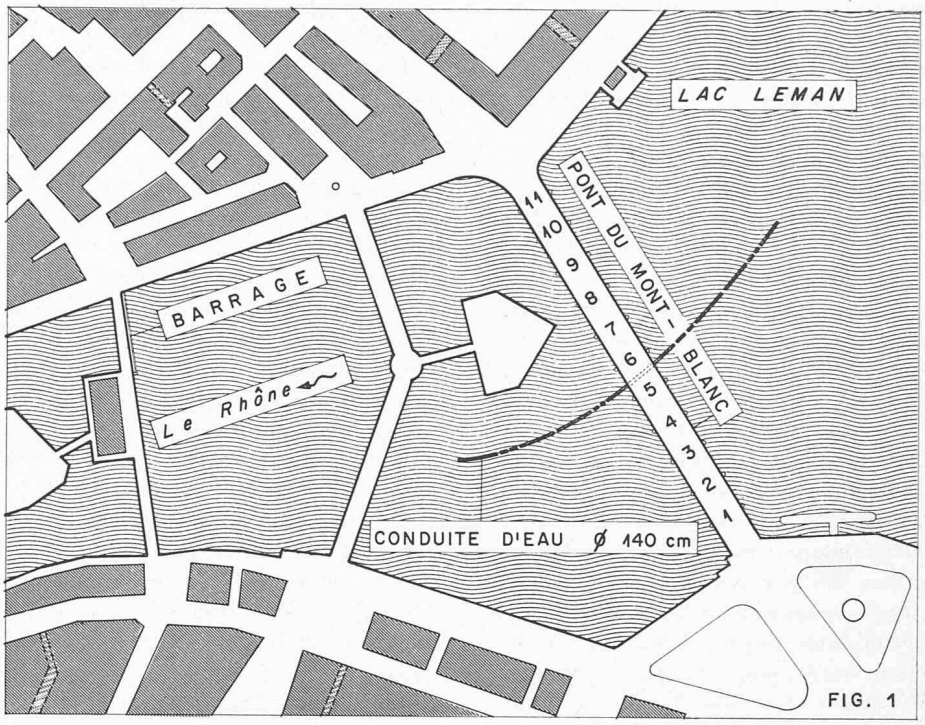

Fig. 1. — Plan de situation de l'ouvrage.

rait encore plus d'un échangeur de nos modernes autoroutes.

Bien vite cependant ses dimensions, grandioses à l'origine, s'avérèrent insuffisantes et déjà en 1902 son tablier fut élargi pour atteindre les 19,0 m, dont il fallut se contenter jusqu'en 1963.

A cette époque, et bien qu'entre-temps de magnifiques projets de traversée de la rade aient fait leur apparition, l'on décida d'élargir à nouveau cet ouvrage centenaire dont le rôle est capital dans l'échange du trafic entre les deux rives du lac et de porter, cette fois-ci, sa largeur à 26,84 m, permettant de loger six pistes de circulation comprenant deux voies de tramway ainsi que deux trottoirs en encorbellement.

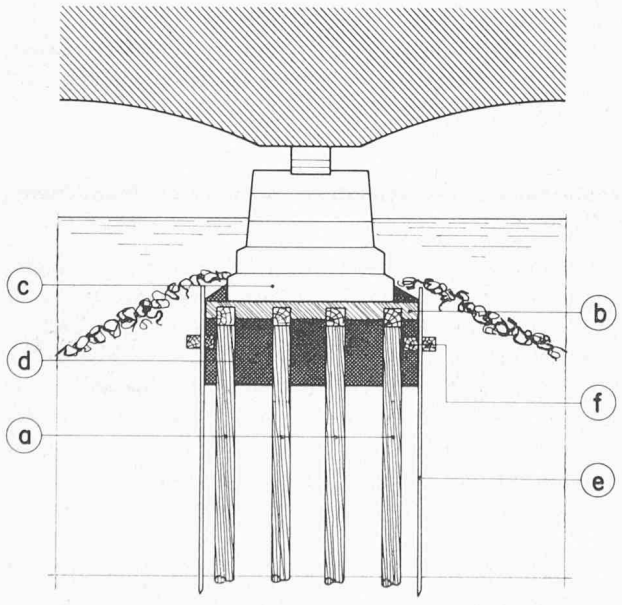

Fig. 2. — Coupe au travers d'une fondation avant son renforcement.

Si, à l'origine, chaque pile en rivière transmettait au sol de fondation un poids de près de 600 tonnes, l'augmentation de charge due aux élargissements successifs porta en fin de compte cette valeur au chiffre de 900 tonnes.

Une série d'inspections et de sondages effectués en 1962 prouva rapidement à l'ingénieur mandaté que l'état des fondations n'autorisait plus une augmentation du taux de travail sans une sérieuse reprise en sous-œuvre de ces dernières.

En effet, les têtes de pieux portant le grillage de bois équarris étaient parfois complètement à nu et passablement affaiblies par l'érosion (v. figure 2, montrant le procédé de construction couramment employé à l'époque de l'édification de l'ouvrage).

Cet état était particulièrement alarmant dans la passe comprise entre les piles 9 et 10, où le travail d'érosion était encore plus avancé qu'ailleurs, du fait de la rapidité du courant.

Ces différentes constatations conduisirent l'ingénieur à envisager la protection du pourtour des piles existantes par une ceinture de béton armé, bien que, statiquement, seul le renforcement des avant et arrière-becs se soit révélé à l'origine nécessaire.

Ce projet de renforcement fut alors soumis aux entreprises spécialisées, qui présentèrent différentes variantes d'exécution.

Les solutions prévoyant une mise à sec des fondations furent écartées, pour les raisons suivantes :

La dessiccation temporaire de bois immergé depuis plus de cent ans, suivie d'une nouvelle immersion, comporte le risque d'une destruction rapide de ce bois.

Il en va de même pour les sols de fondation argileux, dont la teneur en eau doit être maintenue constante si

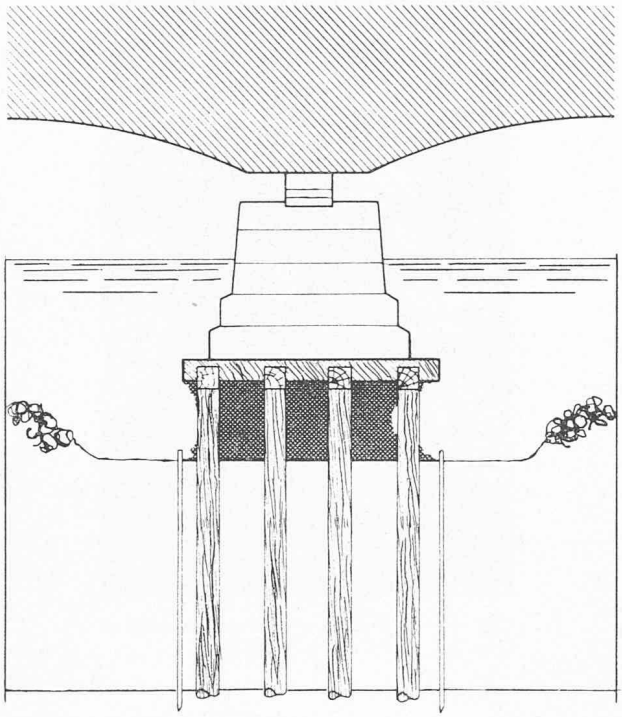

Fig. 3. — Fondation après travaux de nettoyage.

l'on ne veut pas courir le risque de tassements différentiels ultérieurs.

Plusieurs solutions prévoyant le travail subaquatique, avec différents systèmes de coffrage, furent également soumises et on retint finalement celle qui présentait un net avantage financier.

La figure 2 nous montre une coupe en travers d'une des piles de l'ouvrage dans son état initial. Les pieux en bois rond (a) sont coiffés d'un grillage de bois équarris (b) qui supporte la première assise de moellons (c) ; celle-ci repose également sur un remplissage de béton de chaux (d). L'ensemble est protégé contre les affouillements par un rideau de palplanches également en bois (e) raidies par deux moises longitudinales (f).

La figure 3 représente la même pile après les travaux de préparation effectués dans l'ordre suivant :

1. Nettoyage des petits enrochements et dépôts alluvionnaires jusqu'à l'obtention d'un sol sain prêt à recevoir la nouvelle fondation, travaux exécutés par les plongeurs, en partie à la main, en partie à l'aide d'une lance d'abattage hydraulique alimentée en eau sous pression par une pompe à incendie (fig. 4).
2. Recépage de la partie supérieure des palplanches en bois détériorée par l'érosion, à l'aide de scies pneumatiques adaptées au travail subaquatique.
3. Démolition partielle du béton de chaux et nettoyage des cavités au marteau piqueur.

La figure 5 représente une fondation renforcée dans son état final.

L'élargissement de béton armé (a) repose sur le sol de fondation tout en coiffant le rideau de palplanches qui, après recépage, s'est révélé être en bon état de conservation. Il est également lié à l'ancienne maçonnerie au moyen de 42 ancrages type « Ancral » (b) (21 par face de pile).

L'armature, représentant un tonnage de 3,6 t par pile, est mise en place par éléments assemblés d'un poids de 350 kg. L'opération de pose, également confiée aux plongeurs, est suivie de la pose des barres de liaison

Fig. 4. — Réglage de matériaux par plongeur au moyen de la lance d'abattage.

entre les éléments. Du fait de l'enchevêtrement des diverses barres des avant et arrière-becs, ce ferraillage est exécuté sur place par les plongeurs (fig. 6).

Les armatures une fois posées, une sorte de batardeau périphérique est constitué par des sacs de béton (c) empilés régulièrement les uns sur les autres par les

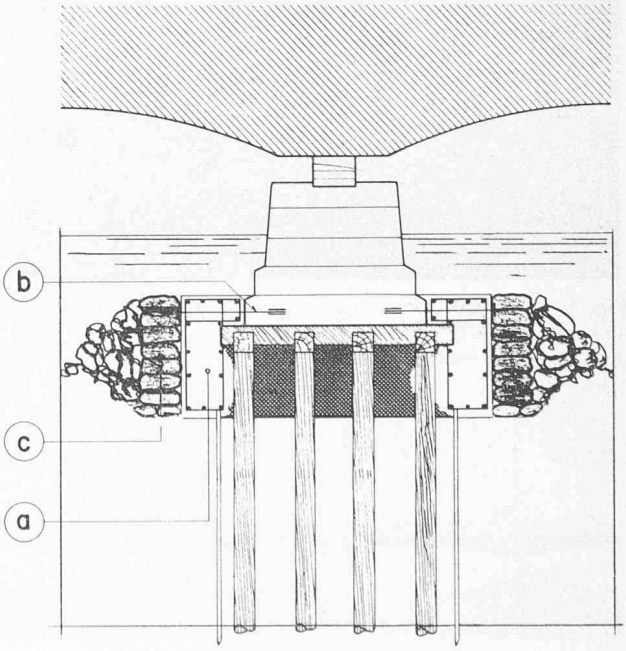

Fig. 5. — Coupe en travers d'une fondation renforcée.

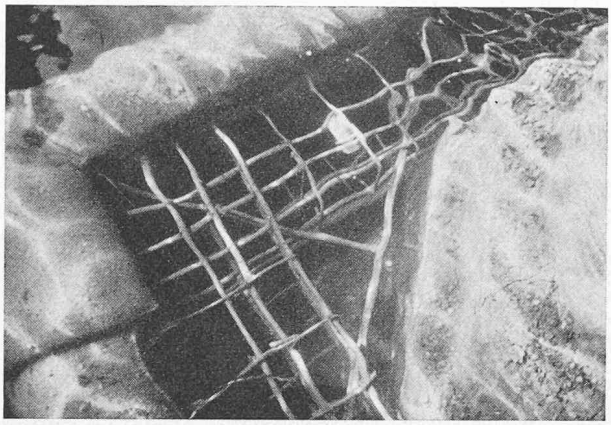

Fig. 6. — Avant-bec de pile en cours de renforcement, le coffrage constitué par des sacs de béton est bien visible ainsi que le ferraillage.

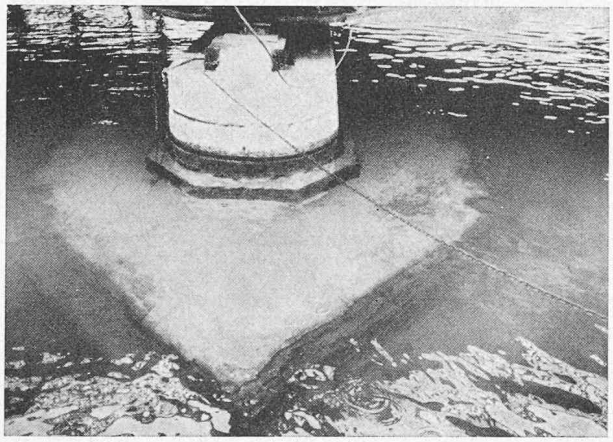

Fig. 8. — Vue d'une fondation terminée.

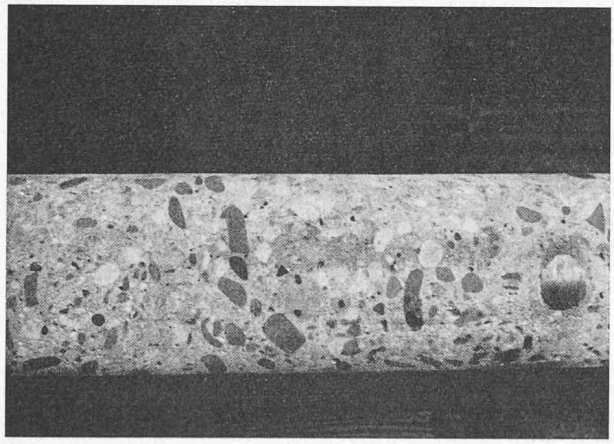

Fig. 9. — Echantillon de béton coulé sous l'eau prélevé dans l'une des fondations renforcées.
⌀ de la carotte : 100 mm.

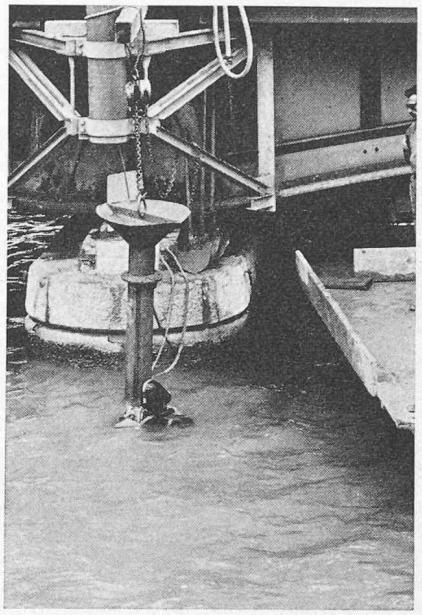

Fig. 7. — Bétonnage d'une semelle. Mise en place de la goulotte.

plongeurs pour former, en quelque sorte, le coffrage de la nouvelle fondation.

Cette dernière méthode mise au point par l'entreprise présente les avantages suivants :

Une bonne étanchéité : en effet, les sacs contenant 35 l de béton plastique sont très malléables et épousent donc parfaitement la surface quelque peu irrégulière du sol de fondation, tout en étant parfaitement jointifs entre eux.

Leur faible poids unitaire immergé les rend facilement maniables par un scaphandrier.

Après durcissement, ils constituent une bonne protection du béton contre l'érosion.

Quant au béton de la fondation, il s'agit d'un béton CP 400 coulé sous l'eau par la méthode classique de la goulotte, contrôlée et déplacée par un plongeur (fig. 7). Cette dernière méthode fut choisie de préférence aux méthodes pneumatiques plus modernes mais cependant moins bien adaptées à ce chantier particulier, notamment par le fait que les distances séparant le lieu de fabrication de celui de mise en place pouvaient excéder 250 m pour de relativement petites quantités. Lors des premières coulées, plusieurs adjuvants, dont certains fort coûteux, furent mis à l'essai. A l'expérience, leur usage s'avéra superflu et c'est finalement par un dosage correct des trois composants de base ciment-eau-gravier que l'on obtint la plasticité du béton garantissant une bonne mise en place ainsi que des résistances convenables.

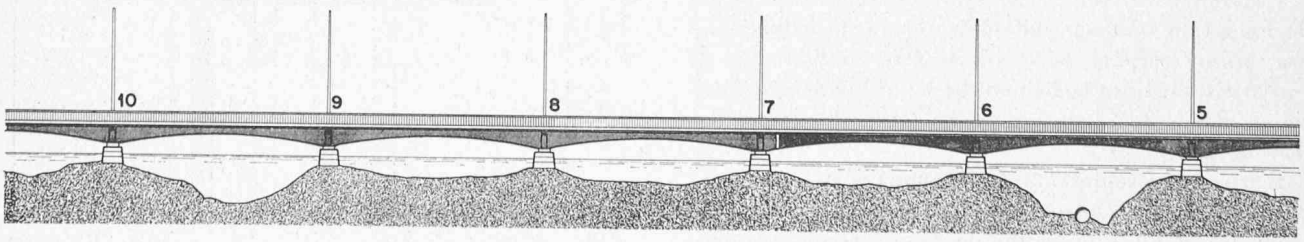

Fig. 10. — Coupe longitudinale de l'ouvrage.

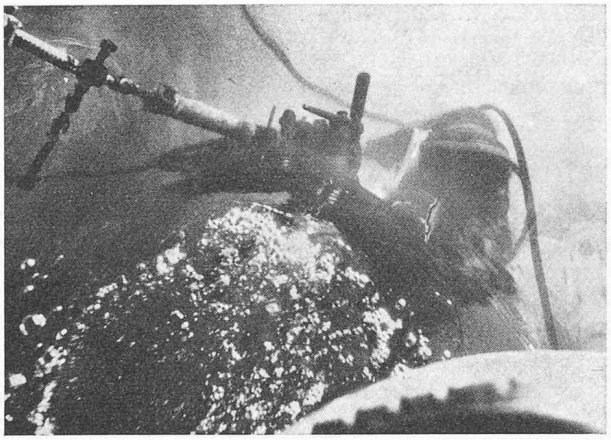

Fig. 11. — Plongeur travaillant à la perforatrice.

Afin de contrôler la qualité des bétons, le maître de l'œuvre fit procéder à cinq prises d'échantillons par carottage de ⌀ 100 mm (fig. 8 et 9).

Tous les essais dépassèrent 300 kg/cm² à la compression après trois mois d'âge, certains atteignant 450 kg/cm².

Après les travaux de bétonnage, chaque passe fut à nouveau reprofilée par apport d'enrochements de grosseur variable mis en place par déversement et réglés par les plongeurs.

Entre les piles 5 et 6, la présence d'une conduite d'eau sous-lacustre de 140 cm de diamètre nécessita l'exécution des travaux de protection suivants (fig. 10) :

Immergée à une profondeur de 7 à 8 m dans une fouille, cette colonne se trouve dans une des passes à courant le plus rapide, résultant de la présence plus en aval du barrage de régulation du Pont de la Machine. De ce fait, l'érosion constatée était très importante. La colonne fut donc ceinturée de claies de bois maintenues par un sanglage imputrescible de nylon. Après un remblayage de gravier tout-venant, profilé à la lance d'abattage par plongeurs, un tapis d'enrochements de grosseur variable termina le profilage de cette passe.

Tous ces travaux, que l'on exécute couramment à l'air libre, demandaient certaines adaptations pour permettre de les mener à bien sous l'eau. Nous pensons particulièrement à la perforation horizontale des trous d'ancrage ; en effet, il est fort difficile à un plongeur immergé d'exercer la pression nécessaire à l'avancement du fleuret, alors qu'il ne dispose d'aucun appui. L'utilisation d'un dispositif approprié utilisant des tendeurs de caoutchouc permit d'atteindre le résultat escompté (voir fig. 11).

De même, le travail à la lance d'abattage demanda une certaine mise au point pour les mêmes raisons, les réactions dues au grand débit étant en effet importantes.

L'ensemble du travail de renforcement des onze piles et des deux culées dura exactement une année et ne fut interrompu que par les intempéries exceptionnelles, notamment les bises d'hiver rendant tout travail impossible en surface. Toutes ces opérations sous-lacustres

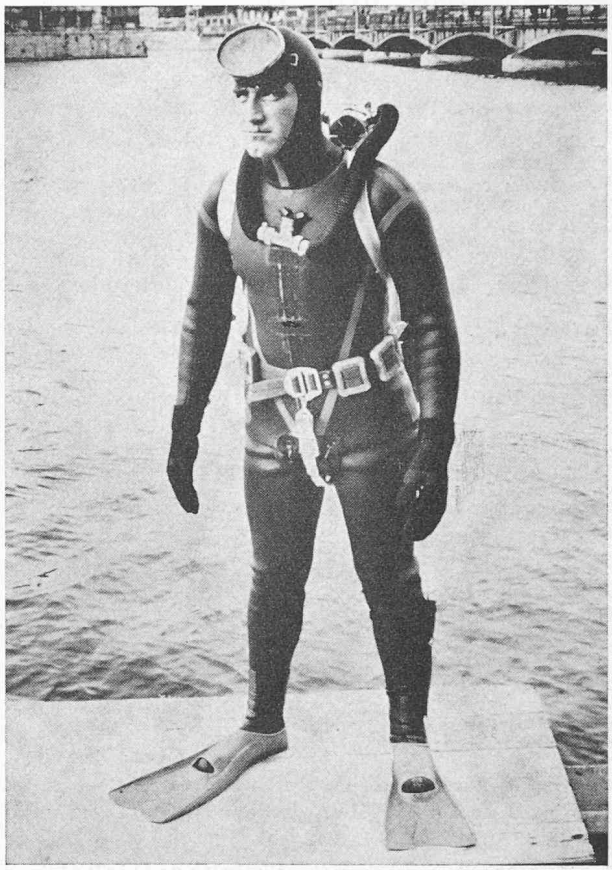

Fig. 12. — Plongeur autonome en tenue d'été ; l'habit collant en mousse de néoprène recouvre tout le corps.

Le visage reste cependant en contact avec l'eau. Remarquer les palmes de nage, le détendeur d'air surmontant le cylindre que le plongeur porte sur le dos. Un des deux tuyaux annelés conduit l'air frais à l'embout buccal, alors que l'autre évacue l'air vicié.

Fig. 13. — Plongeur équipé d'un vêtement étanche à volume constant utilisé dans les eaux froides ou polluées.

Alimentation en air basse pression par narguilé relié au compresseur de surface.

furent menées à bien par une équipe de huit plongeurs autonomes appartenant à l'entreprise. Ces plongeurs effectuèrent un total de 5000 heures de plonge dans les conditions suivantes :

Température de l'eau	de 5 à 22°C
Visibilité	de 1 à 3 m
Vitesse du courant	de 0,50 à 0,70 m/s
Profondeur d'immersion	de 2 à 7 m

Ils utilisèrent les équipements suivants :

En été (fig. 12) :	vêtements isothermiques en mousse de néoprène.
En hiver (fig. 13) :	vêtements étanches à volume constant permettant le port de sous-vêtements chauds.
Sources d'air :	1 compresseur basse pression alimentant 4 plongeurs en « narguilé » ou, par cylindres individuels à haute pression pour travail en « autonome ».

Les quantités totales mises en œuvre figurent dans le tableau ci-après :

Terrassement	221 m³
Démolition béton	112 m³
Longueur des rideaux de palplanches bois recépés	600 m
Nombre de trous d'ancrage	p. 507 lg. 0,60
Tonnage armatures	43 t
Volume béton	655 m³
Nombre de sacs utilisés comme coffrage	11 000

Conclusion

Le fait qu'une variante d'exécution, nécessitant l'engagement de plusieurs plongeurs, et basée presque uniquement sur leurs prestations ait été préférée à d'autres procédés plus onéreux, nous prouve une fois de plus l'évolution extraordinaire, subie ces dernières années, dans le domaine de la plongée.

En effet, les travaux décrits ci-dessus auraient difficilement été réalisables par des scaphandriers lourds, d'une part à cause du manque d'aisance dû à cet équipement, d'autre part à cause des équipes engagées en surface.

Par contre, avec l'emploi des scaphandres modernes assurant au plongeur une grande facilité d'évolution et nécessitant peu d'aide extérieure, ces travaux furent réalisés dans d'excellentes conditions.

BIBLIOGRAPHIE

Catalogue des périodiques et journaux professionnels suisses de l'Association d'agences suisses de publicité (AASP)

Désireuse de rendre service aux annonceurs, l'Association d'agences suisses de publicité (Publicitas S.A., Orell Fussli-Annonces S.A., Annonces Suisses S.A., « ASSA », Mosse-Annonces S.A.) vient de publier une nouvelle édition de son catalogue des périodiques et journaux professionnels suisses. Cet ouvrage contient tous les changements intervenus depuis la dernière édition, datant pour la plupart du début de cette année, et signalés jusqu'au 1er mai 1965, délai fixé par la rédaction.

Les milieux économiques intéressés de Suisse et de l'étranger accueilleront avec satisfaction ce catalogue tenu à jour avec le plus grand soin, et dont la classification par branches constitue un répertoire clair et pratique de la presse périodique et professionnelle suisse dans son ensemble.

(Association d'agences suisses de publicité, AASP, case postale 748, 8022 Zurich.)

Répertoire de la production suisse, publié avec l'approbation du Département fédéral de l'économie publique par les soins de l'Office suisse d'expansion commerciale. 10e édition. Zurich, 1964. — Un volume 16×25 cm, LXXII + 1447 pages, figures. Prix : relié, 38 fr.

L'Office suisse d'expansion commerciale, Zurich et Lausanne, vient de faire paraître la 10e édition française de cet ouvrage de référence, très précis et fort détaillé, sur la production industrielle, artisanale et agricole de la Suisse. Approuvé par le Département fédéral de l'économie publique, cet ouvrage contient :

- Un *répertoire des marchandises*, dans lequel sont classés clairement, par branches, près de 11 000 articles et leurs fabricants.
- Un *répertoire des fabricants*, avec les adresses de quelque 9000 maisons. Il donne des renseignements sur le programme de fabrication, l'année de fondation, le capital et le nombre d'ouvriers de nombreuses entreprises.
- Une *partie commerciale*, dans laquelle sont mentionnés les plus importantes maisons d'exportation et de commerce de transit ainsi que divers services auxiliaires de l'exportation.
- Un registre donnant près de 3000 *marques de fabrique*.

En tête des diverses branches du répertoire des marchandises, des petites *cartes industrielles* donnent des précisions intéressantes sur l'importance économique et la répartition géographique des différentes industries.

Ce livre d'adresses, qui a déjà paru en allemand et qui paraîtra encore en anglais, rendra de précieux services à tous ceux qui, dans le pays ou à l'étranger, s'intéressent à la production suisse.

Jeux de stratégie ; théorie et applications, par *M. Dresscher*. Traduit par J.-L. Andreu et F. Rostas. Dunod, Paris, 1965. — Un volume de 222 pages, illustré. Prix : relié, 29 F.

L'auteur, mathématicien à la Rand Corporation, présente ici d'une façon à la fois simple et rigoureuse la théorie des jeux, théorie dont la dénomination ne doit pas inciter à croire qu'il s'agit d'une étude dépourvue de sérieux ; au contraire, depuis les travaux de E. Borel puis de J. von Neumann, la théorie des jeux apparaît comme un des domaines importants des applications des mathématiques ; l'auteur de ce petit ouvrage a emprunté ses exemples à la stratégie militaire : mais les méthodes qu'il emploie sont générales et il serait aisé de les transposer à la vie économique ou sociale. C. B.

Manuel du projeteur de bâtiment = L'immeuble bas, par *R. Bayon*. — Un volume 16×25 cm, 318 pages, 142 figures. Prix : 45 F.

L'établissement des plans d'exécution du gros œuvre d'un immeuble d'habitation constitue un travail qui exige du dessinateur du bâtiment et de l'ingénieur des connaissances pratiques généralement acquises par une longue expérience. C'est pour les aider dans cette tâche difficile que l'auteur a réuni dans ce livre toutes les notions indispensables à l'étude d'un bâtiment de type courant : immeuble composé d'un rez-de-chaussée et de quatre étages.

Le travail à effectuer est détaillé plan par plan, en prenant pour base le devis descriptif et les plans établis par l'architecte. Le technicien dispose ainsi d'un guide de travail lui indiquant les points essentiels sur les procédés courants de construction. L'auteur a particulièrement insisté sur l'indispensable coordination entre les différents corps d'état.

Conçu pour le dessinateur et l'ingénieur, cet ouvrage rendra les plus grands services aussi bien au technicien