

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 84 (1958)  
**Heft:** 19: Comptoir Suisse, Lausanne, 13-28 septembre 1958

**Artikel:** Modernisation des branches principales d'un réseau d'irrigation en Provence  
**Autor:** Combès, G. / Hirbec, M.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-63504>

#### 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:** 27.01.2026

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

# BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

paraissant tous les 15 jours

## ORGANE OFFICIEL

de la Société suisse des ingénieurs et des architectes  
de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes (S.V.I.A.)  
de la Section genevoise de la S.I.A.  
de l'Association des anciens élèves de l'E.P.U.L. (Ecole polytechnique  
de l'Université de Lausanne)  
et des Groupes romands des anciens élèves de l'E.P.F. (Ecole  
polytechnique fédérale de Zurich)

## COMITÉ DE PATRONAGE

Président: J. Calame, ing. à Genève

Vice-président: † G. Epitaux, arch. à Lausanne

Membres:

Fribourg: H. Gicot, ing.; M. Waeber, arch.

Genève: Cl. Grosgruin, arch.; E. Martin, arch.

Neuchâtel: J. Béguin, arch.; R. Guye, ing.

Vaudois: G. de Kalbermann, ing.; D. Burgener, arch.

Vaud: A. Chevalley, ing.; A. Gardel, ing.; E. d'Okolski, arch.;

Ch. Thévenaz, arch.

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

de la Société anonyme du « Bulletin technique »

Président: A. Stucky, ing.

Membres: M. Bridel; R. Neeser, ing.; P. Waltenspuhl, arch.

Adresse: Ch. de Roseneck 6, Lausanne

## RÉDACTION

D. Bonnard, ing.

Rédaction et Edition de la S. A. du « Bulletin technique »

Tirés à part, renseignements

Adresse: Case Chauderon 475, Lausanne

## ABONNEMENTS

1 an . . . . .	Suisse	Fr. 26.—	Etranger . . . Fr. 30.—
Sociétaires . . . . .	"	22.—	" . . . " 27.—

Prix du numéro . . . . . " 1.60

Chèques postaux: « Bulletin technique de la Suisse romande », N° II. 57 75, Lausanne.

Adresser toutes communications concernant abonnement, changements d'adresse, expédition, etc., à: Imprimerie La Concorde, Terreaux 29, Lausanne

## ANNONCES

Tarif des annonces:

1/1 page . . . . .	Fr. 275.—
1/2 " . . . . .	" 140.—
1/4 " . . . . .	" 70.—
1/8 " . . . . .	" 35.—

Adresse: Annonces Suisses S. A.

Place Bel-Air 2. Tél. (021) 22 33 26. Lausanne et succursales



## SOMMAIRE

Modernisation des branches principales d'un réseau d'irrigation en Provence (suite et fin), par G. Combes et M. Hirbec, ingénieurs à la Société grenobloise d'études et d'applications hydrauliques.

L'application de méthodes électroniques en aéromensuration, par A. Ansermet, ing.-prof.

Le nouveau wagon à 18 essieux des C.F.F., par Pierre Bergier, ingénieur EPUL, Monthey.

L'actualité aéronautique (IX).

Documentation générale. — Documentation du bâtiment. — Nouveautés, informations diverses.

## MODERNISATION DES BRANCHES PRINCIPALES D'UN RÉSEAU D'IRRIGATION EN PROVENCE

par G. COMBES et M. HIRBEC, ingénieurs à la Société grenobloise d'études et d'applications hydrauliques, Grenoble

(Suite et fin.) \*

### III. Problèmes particuliers de génie civil (suite)

#### Ouvrages des Sauvaires

Le chapitre II a montré le but et le mode de fonctionnement de cet ouvrage qui distribue les eaux de la branche mère entre les branches de *Gardanne* et de *Trets*. Nous nous contenterons ici de commenter quelques détails des plans (figure 6). On pourra par ailleurs se faire une idée des installations actuelles d'après la photographie de la figure 4 et le schéma de la figure 5.

#### a) Transformation de la tête aval du siphon

Il faut porter de 2,30 à 4,50 m la hauteur moyenne des murs de l'ouvrage actuel. La charge totale de l'eau sur ces murs augmentera donc dans des proportions importantes. La solution est donnée par un contreventement sérieux de l'ensemble des bajoyers surélevés au moyen de contreforts prenant appui sur des massifs de fondation coulés à pleine fouille dans le rocher de fondation (coupe CC).

Ces contreforts forment, en réalité, des cadres, car ils sont reliés en tête deux à deux par des poutres de béton 30×50. L'utilisation systématique de tels cadres dans des cas analogues a paru judicieuse, car ces éléments, non seulement renforcent parfaitement les bajoyers existants, mais permettent aussi de soulager ces derniers d'une partie de la charge verticale.

\* Voir *Bulletin technique* du 30 août 1958, page 293.

A l'extrémité aval de la tête du siphon, le déversoir profilé a été traité en massif, et, à cet endroit, on n'a évidemment pas prévu de cadre de renforcement.

Pour le calcul de ces cadres, il faut considérer que les montants sont encastrés dans les massifs de fondation, ceux-ci ne pouvant pas subir de rotation du fait de leur ancrage dans le rocher et de leur liaison avec la fondation existante.

#### b) Aménagements des départs des branches

Les départs des deux branches sont conçus de manière analogue. On ne parlera donc que de celui de la branche de *Gardanne*. Une conduite de 1,25 m de diamètre qui repose sur le radier de la cuvette existante prend sous le déversoir et débouche, à l'aval, sur le régulateur du type Avio 110-100. La conduite est constituée par des buses en béton de 2 m de longueur et, au droit de chaque emboîtement, une murette transversale vient fermer le joint. Les compartiments ainsi créés dans la cuvette existante seront remplis de tout-venant de carrière et, sur la face supérieure de la plate-forme ainsi établie, on coulera un radier mince en béton pourvu des joints de dilatation nécessaires. Le débit accidentel passant au-dessus du déversoir et s'écoulant sur le radier sera dérivé, au moyen d'un by-pass situé au droit du régulateur, dans le canal à l'aval de l'installation.

Les seules démolitions à entreprendre concerneront donc la partie du canal située à l'aval de la conduite, car il faut construire le logement du régulateur, le by-pass et aménager à la sortie un petit bassin de dissipation, le tout occupant une longueur inférieure à 12 m.

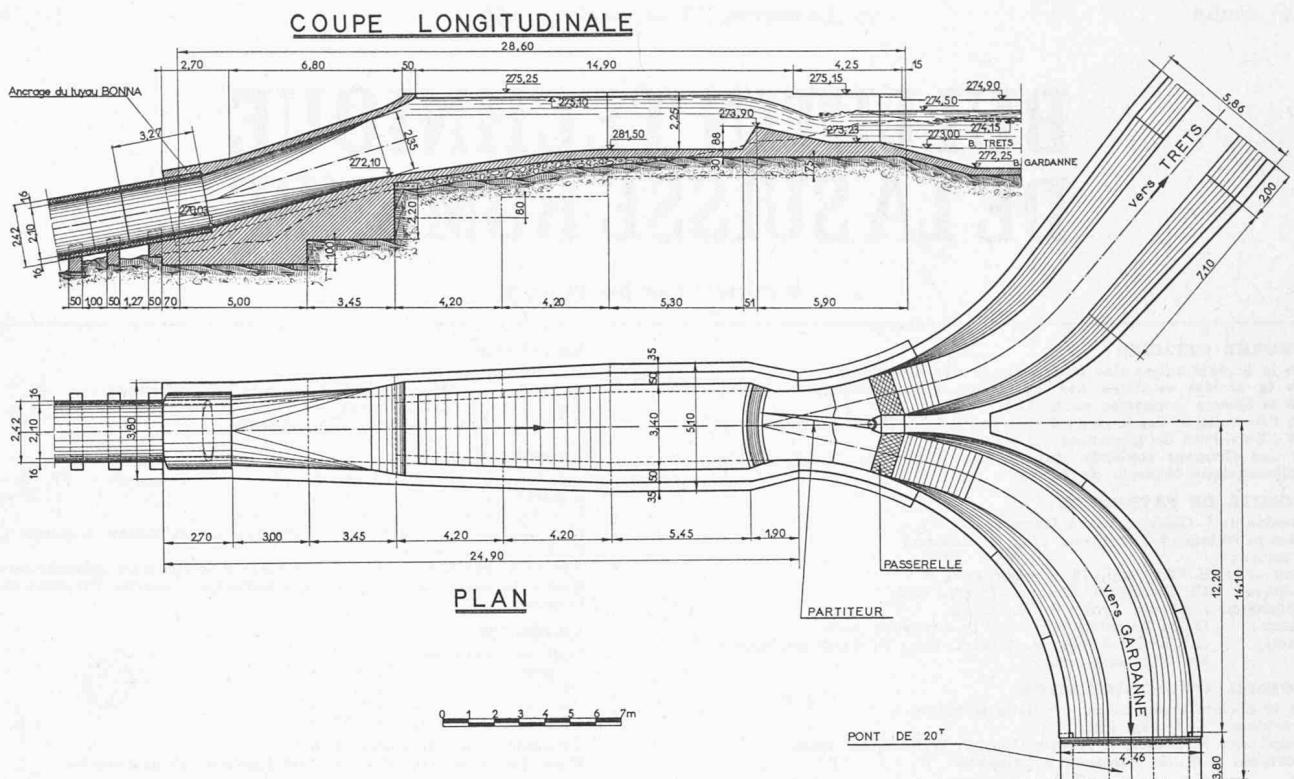


Fig. 5. — Etat actuel des Sauvaires.

### c) *Travaux*

Tel qu'il est prévu, l'aménagement des Sauvaires nécessitera la démolition de 70 m<sup>3</sup> de maçonnerie existante, le terrassement de 20 m<sup>3</sup> de rocher et de 170 m<sup>3</sup> de terrain meuble, dont 75 m<sup>3</sup> seront réutilisés pour remblayer. Il faudra compter environ 230 m<sup>3</sup> de béton et 4,8 tonnes d'acier avec une densité de 50 kg/m<sup>3</sup> dans les parties ferrailées.

On posera environ 40 m de conduite et deux régulateurs seront installés avec leur vanne de garde. Ces chiffres donnent une idée de l'importance des travaux nécessaires à la transformation de l'ouvrage.

## *Ouvrage des Figassons*

Les deux principes généraux qui ont guidé le projecteur dans l'établissement des plans d'équipement de la chute de 5,40 m existant au lieu dit « Les Figassons » :

- réglage du débit en période normale
  - sécurité en cas accidentel

l'ont amené à prévoir :

- une installation du régulateur « en dérivation » ;
  - l'utilisation des structures actuelles dans les cas accidentels.

On distinguera aisément, sur le plan de la figure 7, les divers éléments de la future installation.

les divers éléments de la future installation.

La dérivation est constituée par un puisard d'admission placé contre le flanc gauche du canal à l'amont de la chute et une conduite enterrée qui débouche dans le bassin du régulateur. Ce bassin communique avec la partie du canal située à l'aval de la chute. La position du plan d'eau dans cette partie du canal réglera, par l'intermédiaire du régulateur cylindrique à axe vertical, le débit admis dans le bassin. En période normale, le radier du déversoir existant sera donc toujours à sec.

Si le niveau amont s'élève au-dessus d'une certaine cote, une partie du débit en provenance de l'amont se déversera sur le radier existant et sera acheminée vers

l'aval par gravité, sans passer par la dérivation prévue. Les installations actuelles serviront donc de by-pass.

Signalons que le départ de la branche secondaire de Bouc Bel-Air, que l'on voit sur la planche, sera équipé d'un régulateur du type Avio 90-63.

a) *Tour du régulateur cylindrique*

On pouvait craindre — et l'Administration était sensible à cet aspect du problème — que la tour ne vînt s'inscrire fâcheusement dans l'agréable paysage de cette vallée provençale et compromettre la discrétion des structures existantes. Ce point de vue ne pouvait être négligé.

Le projet prévoit donc une tour cylindrique dont trois contreforts légers en béton armé viennent rompre la monotonie sans porter préjudice à son allure élancée. La passerelle circulaire souligne le sommet de l'édifice. Les contreforts, en leur partie inférieure, deviennent plus importants et prennent leur assise sur un massif disposé au fond du bassin se raccordant au canal existant. Les efforts intérieurs développés par les surcharges de poids et de vent se distribuent dans les contreforts qu'ils sollicitent faiblement.

Il est demandé d'employer pour l'exécution de la tour un béton de ciment blanc dosé à  $400 \text{ kg/m}^3$  et dont les agrégats seront choisis de couleur claire afin d'obtenir finalement un parement aussi clair que possible.

b) *Travaux*

Il faudra prévoir environ 9 m<sup>3</sup> de maçonnerie. Les déblais en terrain meuble sont estimés à 275 m<sup>3</sup>, dont 120 seront réutilisés pour ramblayer autour des ouvrages. On comptera 28 m<sup>3</sup> de béton ordinaire et 30 m<sup>3</sup> de béton armé, auxquels il faut ajouter 4 m<sup>3</sup> de béton spécial pour la construction de la tour. Les armatures nécessiteront le façonnage de 1,25 tonne d'acier.

L'équipement hydraulique comprendra, à cet endroit :  
— 1 vanne Avio 90-63 et sa vanne de garde (branche de Bouc Bel-Air);  
— 1 vanne cylindrique 800-630.

La conduite de dérivation, de diamètre 0,70 m, aura 18 m de long.

### Ouvrages-types de régulation

Ces ouvrages seront disposés le long des canaux existants. Leur étude n'a pas présenté de difficultés

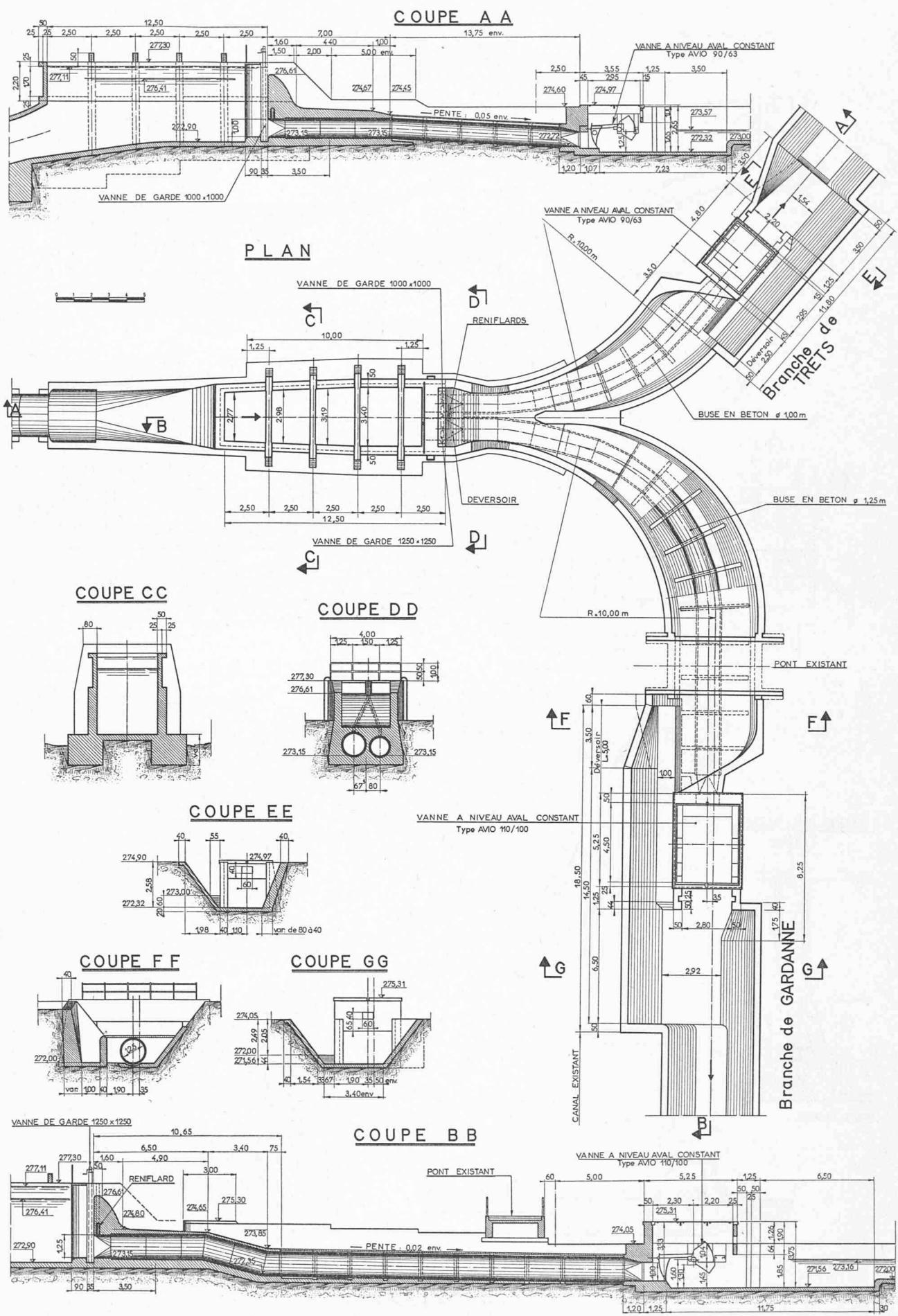


Fig. 6. — Ouvrage des Sauvaires — branches de Gardanne et de Trets

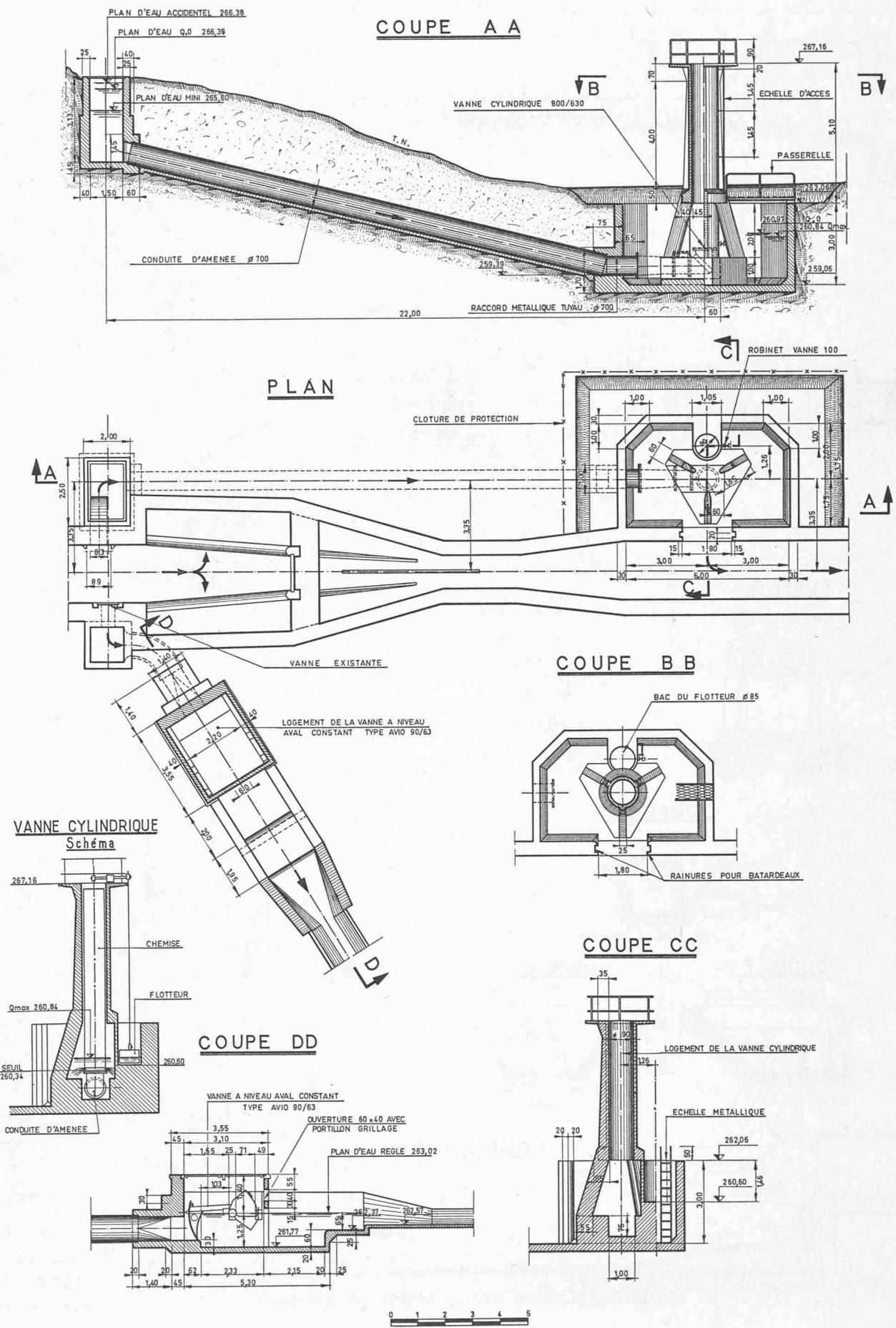


Fig. 7. — Ouvrage des Figassons.

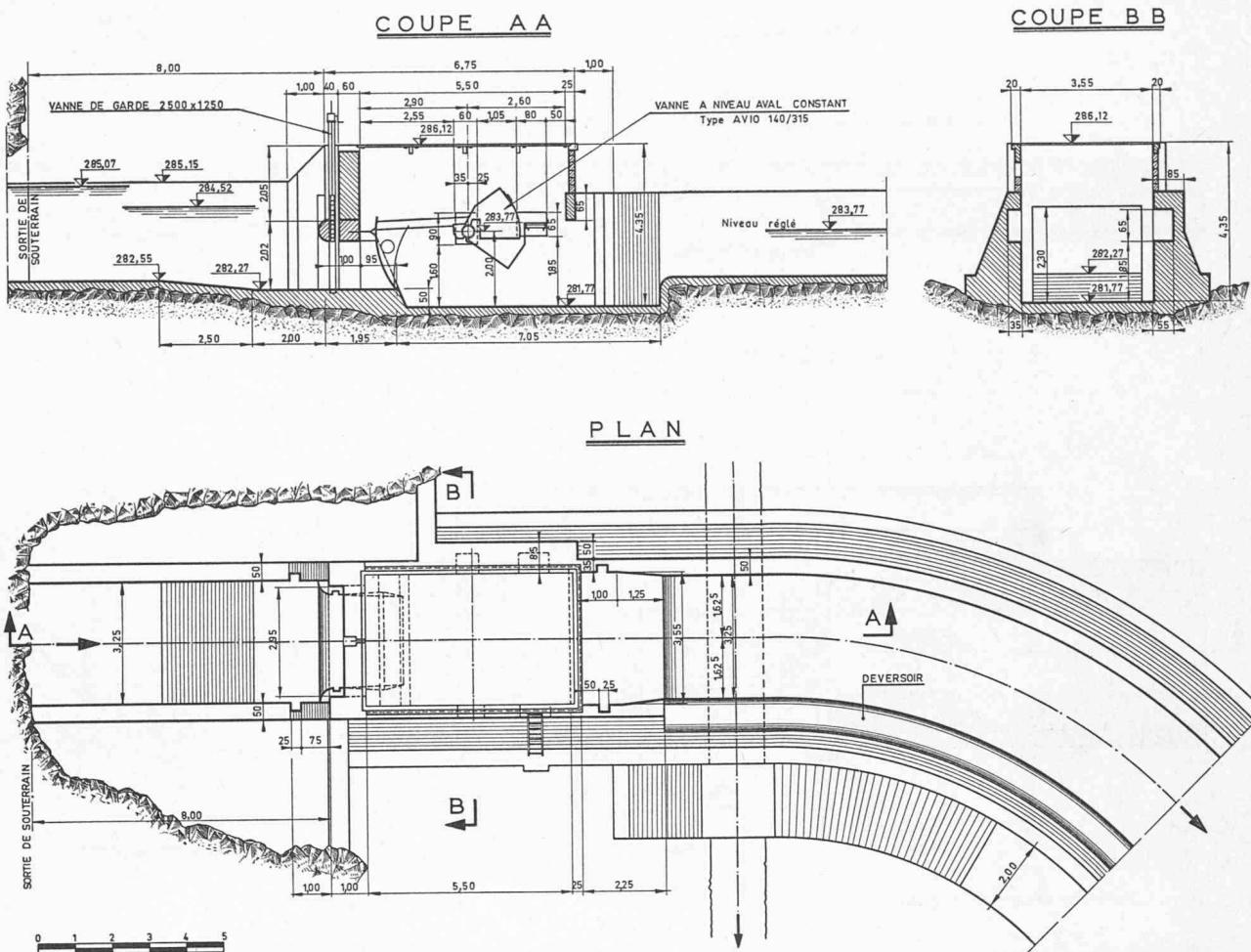


Fig. 8. — Ouvrage de régulation à la sortie d'un tunnel.

mais il a fallu rechercher les solutions les moins onéreuses et s'adapter le mieux possible aux caractéristiques locales : profil en travers, nature de la maçonnerie existante, etc. Parmi les moins simples, on peut citer les ouvrages situés à la sortie des siphons inversés, où il a été nécessaire de prévoir une surélévation des berges et l'installation d'un système de by-pass.

Toutefois, nous avons choisi un ouvrage placé à la sortie d'un tunnel pour en faire une brève description et montrer, sur la figure 8, ses éléments principaux. Il s'agit là d'un simple « poste » de régulation.

On peut distinguer en coupe la vanne de garde permettant l'obturation de la buse d'admission, puis le régulateur en place en position fermée. Un approfondissement du radier se poursuit sur environ 7 m jusqu'au raccordement à la section courante ; cet approfondissement joue le rôle d'un dissipateur d'énergie. Un déversoir simple sera pratiqué dans le mur-bajoyer rive droite afin de limiter le niveau aval accidentel ; les eaux déversées seront recueillies dans le lit d'un petit torrent qui traverse l'infrastructure du canal.

#### *Petits ouvrages de régulation*

Il y a peu de choses à dire concernant l'installation des régulateurs de faible module sur la branche de Trets. Toutefois, la figure 10 donne quelques indications

à ce sujet. Elle montre un ouvrage équipé d'un régulateur Avio 71-80.

L'emprise totale de l'installation sera de 7 m sur un canal dont la section trapézoïdale de 1,10 m de hauteur a une ouverture en gueule de 2,50 m pour un plafond de 0,90 m. On peut juger, par ces chiffres, des modestes dimensions de l'installation. Il faut, cependant, se souvenir du nombre élevé d'ouvrages de ce genre sur la branche de Trets.

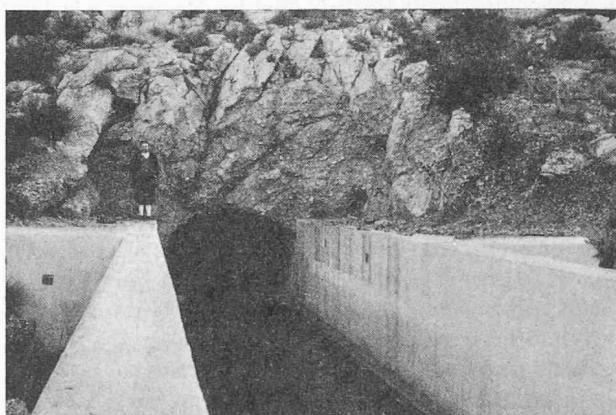


Fig. 9. — Etat des lieux où l'on implantera le régulateur représenté sur la figure 8.

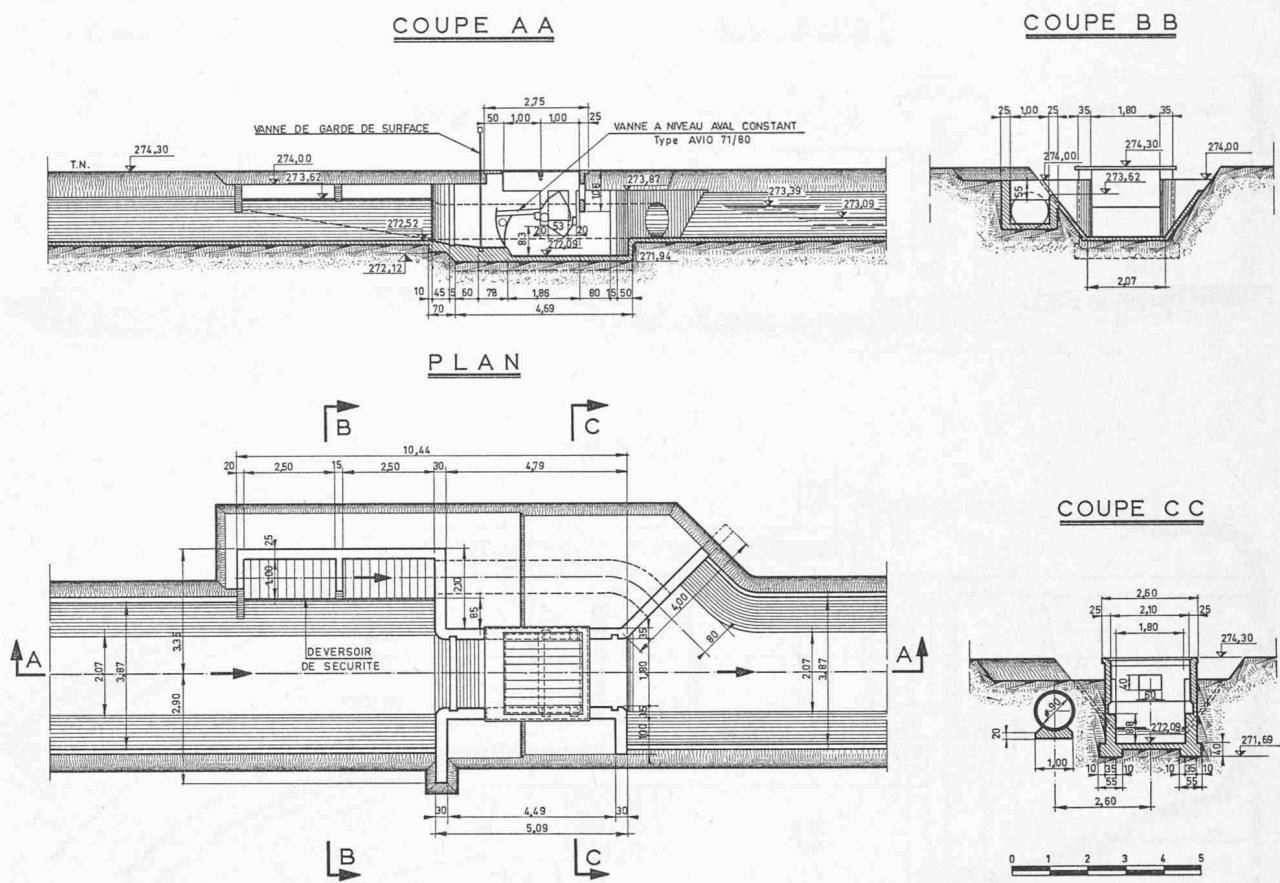


Fig. 10. — Petit ouvrage de régulation.

#### *Exécution des travaux*

Bien que les entreprises soient libres de proposer les installations de chantier qu'elles envisagent, l'Administration demanda au responsable de l'étude de donner, sous forme de tableaux intéressant chaque branche, un planning de réalisation des ouvrages respectant les impératifs d'interruptions limitées de l'écoulement.

Aussi, a-t-il été proposé un système d'isolement d'ouvrage qui permettra de travailler à sec, à l'abri de batardeaux, tandis qu'un certain débit continuera d'être acheminé vers l'aval au moyen d'une conduite provisoire traversant le chantier. Ce système suppose évidemment qu'on laisse le plan d'eau s'élever suffisamment à l'amont pour que la conduite mise en charge débite la quantité d'eau exigée. Il n'est donc pas toujours possible, à cause de la faible pente des canaux, de construire simultanément deux ouvrages voisins.

Bien entendu, il n'est pas possible de conserver la conduite provisoire lors de la pose du matériel et de l'exécution du béton de dernière phase ; la présence de cette conduite rendrait impossible la mise en place du régulateur. Or, cette mise en place nécessite un laps de temps supérieur à celui que l'Administration accepterait comme durée maximum d'interruption totale de l'écoulement.

Il sera, de ce fait, nécessaire de retirer la conduite provisoire en maintenant les batardeaux en place, ceci dès la livraison sur le chantier de l'équipement hydraulique. Une installation de pompage mobile permettra d'assurer vers l'aval la fourniture du débit minimum exigé.

Ce procédé rend nécessaire l'exécution de l'ensemble des ouvrages d'une branche dans un délai aussi court que possible et la pose de l'équipement hydraulique « à l'avancement ».

#### *Conclusions sur les études de génie civil*

Du point de vue de l'ingénieur civil, un projet de ce genre ne présente pas de difficultés en ce qui concerne ce qu'il est convenu d'appeler « la partie théorique du métier ». En effet, les ouvrages à étudier sont généralement simples et leur calcul ne fait appel qu'à des notions assez élémentaires. Toutefois, c'est dans le nombre élevé de problèmes de détails à résoudre de manière simple et logique, que l'on trouvera la difficulté d'une telle étude :

- transformation des structures existantes ;
- adaptation correcte du génie civil à l'équipement ;
- établissement de dessins-types pour un grand nombre de petits ouvrages similaires ;
- respect des divers impératifs, parfois contradictoires.

Il est bien évident que l'examen des points de détail prend beaucoup de temps, et le rapport que l'on peut établir entre la durée de l'étude et l'importance des travaux est rarement favorable, lorsque les ouvrages sont nombreux et de faible importance.

Ces considérations poussent les ingénieurs, susceptibles d'être chargés d'établir les dossiers d'exécution d'ouvrages aussi particuliers que ceux qui sont décrits dans cet article, à mettre au point un outil de travail rapide et efficace en puisant dans chacune des études terminées pour en extraire des solutions constructives types.

Enfin, il est indispensable que le projeteur soit familiarisé avec les caractéristiques du matériel proposé par les fournisseurs et qu'il en suive attentivement l'évolution.

### Conclusion

L'Administration du génie rural du département des Bouches-du-Rhône vient d'inaugurer, à Gardanne, un réseau d'irrigation par aspersion entièrement « à la demande ». Ce réseau, constitué de conduites en charge et de prises d'eau par compteur pour chaque exploitation, est, à notre connaissance, le premier de ce genre actuellement en service dans le monde. Un réseau d'une conception aussi moderne devait s'inscrire dans un ensemble traité avec les mêmes soucis techniques.

C'est ainsi que les branches d'extension du canal du Verdon, dans lesquelles le réseau de Gardanne puise son eau, devaient être transformées de manière à transmettre, jusqu'à la réserve nourricière, les appels de débit des irrigants.

Une telle transformation était rendue possible par l'emploi d'un matériel de mise au point relativement récente. Toutefois, un certain nombre de difficultés surgirent dans l'adaptation du principe de régulation choisi aux caractéristiques de l'installation déjà en place.

Il est bien évident que, si rien n'existe encore, l'ingénieur pourra définir librement tous les paramètres ; il pourra, entre autres, choisir le tracé et les caractéristiques hydrauliques de ses canaux en fonction du but à atteindre ; il dimensionnera les ouvrages de manière à obtenir directement une sécurité satisfaisante dans tous les stades de la réalisation.

Une telle manière de procéder n'était pas applicable dans le cas qui nous intéresse et il n'était pas question de changer quoi que ce soit au tracé et aux caractéristiques générales des branches.

L'organisme chargé des études devait donc respecter dans l'établissement du projet les impératifs suivants :

- Sécurité du fonctionnement.
- Economie du projet.
- Transformations très limitées.
- Réalisation par étapes avec interruptions de l'écoulement limitées à quelques jours ou fractions de jours suivant les cas.

Nous pensons avoir montré comment ces diverses clauses ont pu être respectées.

La mise en service qui doit survenir au cours des prochains mois fournira, nous l'espérons, un argument de choix aux partisans d'une application des techniques les plus modernes à un domaine aussi vieux que celui de la distribution aux cultures des eaux d'irrigation.

## L'APPLICATION DE MÉTHODES ÉLECTRONIQUES EN AÉROMENSURATION

par A. ANSERMET, ing.-prof.

Dans le *Bulletin technique* du 16 février 1957, page 50, il a été fait allusion aux méthodes modernes de mesures linéaires ; le développement incessant de procédés nouveaux constitue une nette évolution dans les domaines de la topographie et de la géodésie. Les résultats obtenus sont réjouissants et il est opportun de consacrer quelques lignes à ces moyens de mensuration. Il convient ici de distinguer :

- 1<sup>o</sup> La méthode électro-optique, comportant la modulation d'ondes lumineuses à haute fréquence.
- 2<sup>o</sup> La mesure électronique de grandes distances (réseau trilatéré Hiran), qui est en faveur dans certains pays.

Pour le physicien, ces procédés sont bien connus mais leur application a donné lieu jusqu'ici à une documentation assez fragmentaire, surtout en ce qui concerne la seconde de ces méthodes. Des problèmes complexes sont à résoudre, notamment si la précision doit être poussée au-delà d'une certaine limite.

Les mesures brutes, effectuées à bord d'avions, doivent être corrigées ensuite de leur projection sur le sphéroïde terrestre. Dans la pratique courante, la vitesse de propagation de la lumière et des ondes magnétiques est en général considérée comme constante, mais ce n'est pas rigoureusement le cas ; la trajectoire des ondes électromagnétiques a une certaine courbure, qui varie et dont il faut tenir compte. Enfin on effectue toujours des mesures en nombre surabondant, ce qui implique une compensation. Rappelons tout d'abord succinctement en quoi consiste la *méthode*

*électro-optique*. Elle est basée sur la détermination de la durée du trajet de la lumière pour aller d'un point *B* à un point *B'* (fig. 1) ; ce principe n'est pas nouveau, mais la réalisation pratique doit être attribuée avant tout aux Suédois. C'est à Stockholm que E. Bergstrand crée le géodimètre, qui travaille sur une longueur d'onde de 30 m (fréquence 10 MHZ). L'intention première de Bergstrand était d'employer le géodimètre pour mesurer la vitesse de la lumière ; l'instrument fut ensuite utilisé pour résoudre le problème inverse. La station principale est en *B*, d'où est émis le faisceau lumineux, tandis qu'en *B'* se trouve un miroir triple réfléchissant le faisceau. L'équipement comprend une source lumineuse, un modulateur des ondes lumineuses, des compteurs de phases et de fréquences. Le modulateur est constitué par une cellule de Kerr ;

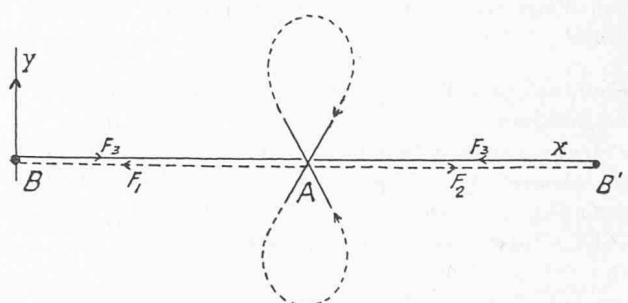


Fig. — Mesure de la longueur *BB'* (proj. horizontale).