

L'ALIMENTATION EN EAU DE TUNIS

LA CONDUITE DE L'OUED-EL-LIL

II. — LES TRAVAUX

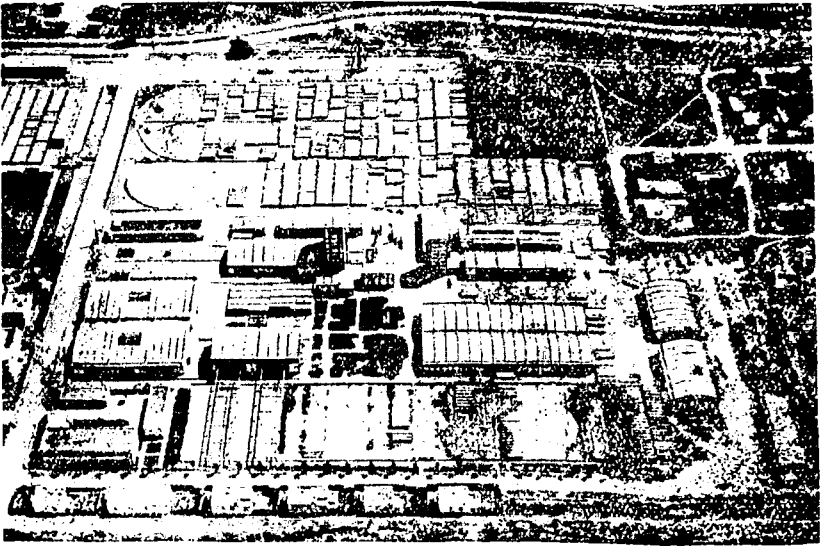


Photo 1. — Usine de tuyaux Socoman à Ben-Arous

La réalisation de cette adduction nécessitait la fabrication de près de 200 kilomètres de tuyaux de très fort diamètre résistant à des pressions pouvant atteindre 16 kilos par centimètre carré.

L'adoption de tuyaux de béton ne pouvait faire aucun doute; leur prix est considérablement plus bas que les tuyaux métalliques pour de tels diamètres et pratiquement depuis des années toutes les grandes adductions sont réalisées avec de tels tuyaux.

Les besoins en tuyaux et en produits moulés de béton pour la Tunisie dépassant de beaucoup le linéaire de tuyaux nécessaire pour Tunis, la construction à Tunis de deux usines de produits centrifugés fut décidée. Leur construction a été achevée en 1948 et la production commença en 1949 (Photo 1).

I. — FABRICATION

Nous ne décrivons pas ici les usines à tuyaux qui feront l'objet d'une étude spéciale; nous dirons seulement quelques mots de la fabrication des tuyaux destinés à la conduite de l'Oued Ellil.

Les tuyaux ont 7 mètres de longueur et sont en béton centrifugé fretté et précontraint.

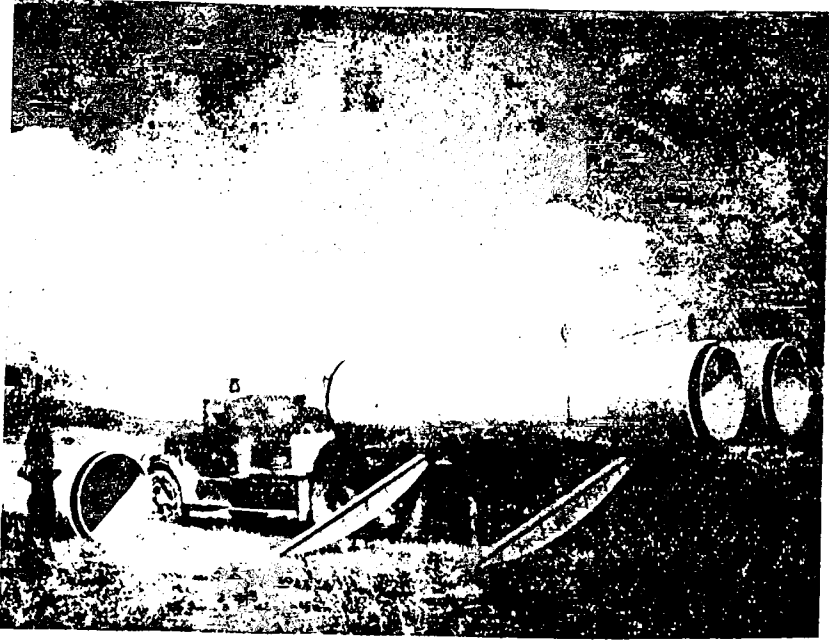


Photo 2. — Déchargement de tuyaux Bonna

Le tuyau primaire est fabriqué comme suit : dans un moule cylindrique horizontal entraîné dans un mouvement de rotation rapide grâce à des galets on introduit un béton à petits éléments. La centrifugation produit un serrage excellent et un essorage. On obtient un fût en béton possédant des qualités remarquables de compacité donc de résistance et d'étanchéité. Afin de récupérer rapidement le moule, un étuvage à 80° est effectué, qui permet une prise suffisante pour le démoulage.

Après un durcissement de 15 jours dans l'humidité, un fil d'acier dur à haute résistance est enroulé sur le tuyau primaire sous une forte tension. Après essais en usine, un revêtement secondaire en béton vibré protège le frettage contre la corrosion.

Ces principes diffèrent suivant la technique de fabrication. Dans l'une des usines, le cylindre de béton primaire est précontraint longitudinalement (suivant les génératrices) par des armatures en fil d'acier dur accrochées aux oreilles de deux abouts mâle et femelle qui s'emboîtent l'un dans l'autre (SOCOMAN). Ces abouts



Oust.

Chaque usine peut fabriquer mensuellement 500 tuyaux de 1.20 ou 1,25 de diamètre résistant à des pressions pouvant atteindre 16 kilos.

Chaque tuyau avant d'être expédié, est essayé en usine pour vérifier sa résistance; son diamètre et sa rugosité sont également contrôlés.

Parallèlement à la mise en place des moyens de fabrication des tuyaux, on s'attacha à

Photo 3. — Approvisionnement de tuyaux sur l'emprise Banlieue-Nord.

permettent la mise en place d'un joint en caoutchouc autoclave (SOCOMAN).

Dans l'autre usine (BONNA) le béton primaire est centrifugé dans un cylindre de tôle concourant à la résistance et à l'étanchéité. Le joint est du type classique à emboîtement et bout lisse sur lequel on mate à refus du chanvre goudronné et du plomb cordé.

Ces deux usines situées à Tunis sont alimentées en agrégats par la carrière du Djebel-



Photo 4. — Terrassement du col d'El-Guiche.

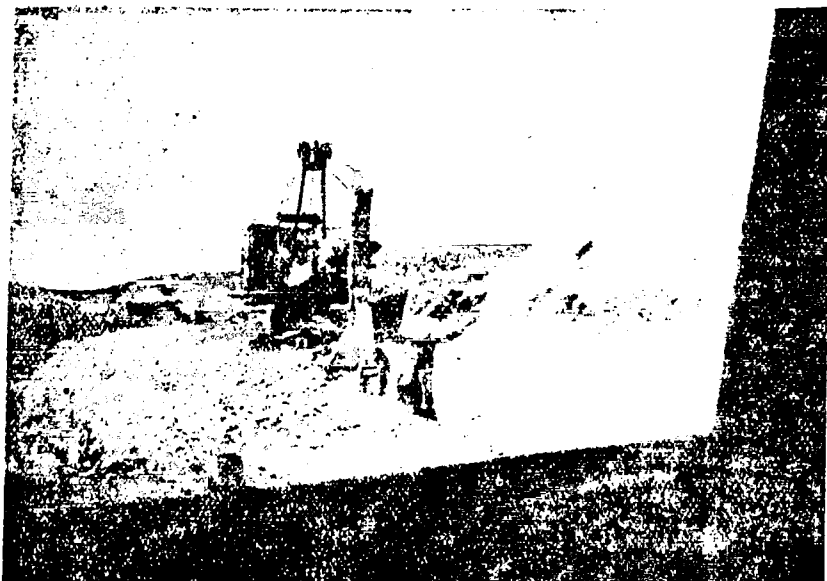


Photo 5. — Chantier Socoman : Pelle Kochring de 1.200 litres en action

résoudre les problèmes posés pour la mise en place de ces produits. L'importance des terrassements (2 millions de mètres cubes) à exécuter a permis à la Direction des Travaux Publics de s'équiper en matériel mécanique qui servira ultérieurement sur d'autres chantiers.

II — TRANSPORT — TERRASSEMENT — POSE

Les travaux de mise en place ont été confiés aux deux entreprises chargées de la fabrication (BONNA et SOCOMAN); chacune d'elles posant les produits qu'elle fabrique, sa responsabilité est ainsi parfaitement nette. Le matériel nécessaire au transport, au terrassement et à la pose est mis à leur disposition par l'Administration.

a) Préparation du terrain

L'emprise nécessaire aux travaux a environ 30 mètres de largeur :
15 mètres pour la tranchée, les déblais et le passage des Bull-Dozers effectuant le remblaiement.

10 mètres pour le passage des engins amenant à pied d'œuvre les tuyaux et pour l'évolution des engins de pose.

5 mètres pour le stockage des tuyaux.

Cette bande de terrain est occupée temporairement; des indemnités sont allouées aux propriétaires sur 20 mètres; les 10 mètres restant sont expropriés pour permettre d'assurer la circulation le long de la conduite pour des réparations éventuelles (photo 3.).

Les engins de transport et de terrassement mécanique ne s'accommodant pas de terrains ayant une trop forte pente un aménagement de l'emprise est nécessaire. Il comporte :

- le débroussaillage et l'arrachage des arbres;

— un terrassement rendant le terrain horizontal;

— la délimitation de la zone occupée.

Ces opérations préliminaires qui sont réalisées par 2 moteurs Graders et par 2 Bull Dozers D.7 représentent plus de 200.000 mètres cubes de terrassement.

b) Transport des tuyaux

Les tuyaux fabriqués

Photo 6. — Chantier Bonna. Pose au TD 18 immédiatement derrière le terrassement mécanique à la pelle Kochring 304 équipée en rétro.



et réceptionnés sont chargés en usine sur wagon (2 tuyaux). Un train de 20 à 25 wagons quitte chaque soir les usines à destination des gares les plus proches des chantiers. Ils sont déchargés directement sur l'un des 12 Macks qui les amène à pied d'œuvre. Chacun de ces tracteurs routiers diesel qui entraîne une semi-remorque chargée de 2

Photo 7. — Chantier Socoman. Pose du joint.



Photo 8. — Entrée du souterrain de Pont-de-Trajan

tuyaux (29 tonnes à pleine charge) à effectuer par voyage, aller et retour, un trajet moyen de plus de 30 kilomètres.

Malgré la robustesse de cet équipage, capable de rouler en tout terrain, des travaux préliminaires très importants d'amélioration de pistes ont dû être effectués. Plus de 100 kilomètres de pistes seront améliorés, certaines de ces pistes ont été transformées en route chaque fois que le tracé de celles-ci coïncidait avec un itinéraire routier prévu au plan d'équipement (route 71 et 73). Plus de 200.000 mètres cubes de terrassement ont été ou devront ainsi être réalisés.

La photo n° 2 montre mieux qu'une explication le mode de déchargement des tuyaux sur l'emprise.

c) Terrassement

La tranchée a une largeur de 2 mètres à la base; sa profondeur est au minimum de 2 m. 50, de façon à laisser partout au moins 1 mètre de terre au-dessus de la conduite ce qui écarte tout risque d'accident avec les engins agricoles.

Souvent elle est plus profonde car la conduite suit assez mal le terrain naturel (rayon minimum 500 mètres). Pour écarter les trop grandes profondeurs on place des coudes (évitant plus de 6 mètres de fouille). Un fruit doit être donné aux parois pour limiter les éboulements; souvent un boisage est mis en place (photo 4).

Près de 1.500.000 mètres cubes seront exécutés dont près de 400.000 mètres cubes de terrains tuffeux ou rocheux nécessitant l'emploi de compresseurs.

Ce terrassement est réalisé surtout par des pelles mécaniques equi-

pées en rétrocaveuse (photo 5). BONNA et SOCOMAN disposent de 2 pelles de 1.200 litres et de 6 pelles de 600 litres). On les équipe parfois en bennes preneuses pour évacuer les terres dans le cas de fortes profondeurs avec l'aide de dumpers (camion tout terrain).

Une drague terrestre (Trenchliner) capable d'un rendement de 500 mètres cubes par jour (8 h.) porte la capacité de terrassement à 2.000 mètres cubes/jour en terrain meuble.

Près de 1.000 CV. de puissance de compression en 14 unités.

3 de 30 CV.

4 de 45 CV.

2 de 60 CV.

5 de 120 C.V.

permettent de réaliser sans trop de peine le terrassement rocheux.

d) La pose des tuyaux

La tranchée exécutée et le fond de fouille réglé, la pose est faite par 5 tracteurs à grue latérale T.D. 18 (photo 6). Dans le cas où la



Photo 9. — Pont sur l'Oued Adjil

tranchée menace de s'ébouler, on doit utiliser soit 2 T.D. 18 jumelés pour rester loin du bord soit une grue de grosse puissance (2 grues Orton).

Chaque entreprise dispose d'au moins 2 fronts de pose ce qui permet de conserver une bonne cadence sur l'un des fronts si l'autre est retardé par le terrassement qui est souvent ralenti par la présence de rocher.

Le joint est différent chez BONNA et chez SOCOMAN.

BONNA réalise un joint au plomb cordé qui nécessite une niche dans la tranchée au droit de chaque joint. Une bague coulée en bé-

ton armé en assure une bonne conservation. SOCOMAN, grâce aux abouts mâles et femelles met en place un joint autoclave en caoutchouc en V qui assure d'autant mieux l'étanchéité que la pression de l'eau l'écrase plus (photo 7). L'emboîtement des tuyaux est facilité par une machine spéciale introduite dans le tuyau, qui centre l'about mâle sur l'about femelle. Après emboîtement, le joint est essayé par une machine qui circule dans les tuyaux et comporte deux ventouses permettant d'isoler le joint et de l'essayer à une pression de deux kilos. Au fur et à mesure de la pose, on remplit la conduite pour accélérer sa mise en place et éviter tout soulèvement en cas d'inondation du chantier.

e) Les essais

Avant le remblaiement définitif, chaque tronçon (2 à 3 km.) a ses extrémités bouchées et appuyées sur des butées pour permettre la mise en pression pour l'essai.

Celui-ci est fait à la pression de service augmentée des surpressions accidentelles. Il consiste à maintenir pendant 24 heures cette pression en introduisant la quantité d'eau nécessaire; cette quantité qui est égale aux pertes, ne doit pas dépasser 1/1000^e du volume de la conduite. On arrive d'ailleurs le plus souvent à peine à 20% de cette tolérance.

f) Travaux de finition

L'essai déclaré bon, le remblai qui avait été limité à un simple calage des tuyaux est terminé à la main jusqu'à 20 cm. au-dessus du tuyau et au Bull-Dozer par 2 D.7 pour le reste.

Les abris de ventouse, les vidanges (15 kilomètres de conduite auxiliaire de 0,40 et 0,30 de diamètre), les traversées des petits oueds qui sont réalisées en-dessous par une gaine de béton et les traversées routières par dalle de béton sont également faites à l'avancement.

g) Protection cathodique

Bien que la conduite soit en béton, des expériences ont démontré que dans certains terrains agressifs, une attaque des aciers pouvait se produire, d'autant plus dangereuse que ces tuyaux ne résistent que par l'acier de fretage et de précontrainte. Ce phénomène se résume en une migration d'anions de la conduite vers le sol.

Il suffit pour rendre ce mouvement impossible dans le sens conduite-sol de provoquer artificiellement un mouvement inverse sol-conduite.

Cette protection cathodique est réalisée de deux façons différentes :

— par source extérieure de courant qui peut être soit le courant provenant d'une ligne abaissé à une tension d'environ 24 volts continus, soit le courant fabriqué par une éolienne.

— par pile mise en terre de place en place (anode isolée) ou qui si-continue le long de la conduite (câble anode).

50 kilomètres de conduite seront ainsi protégés.

III. — OUVRAGES ANNEXES

Tous les ouvrages et travaux suffisamment indépendants de la conduite pour pouvoir être réalisés en dehors des deux entreprises principales sans les gêner, ont été confiés à d'autres entreprises. C'est le cas de la station d'épuration (TRAILIGAZ - BOUSSIRON) des brise-charges (QUILLERY) de l'usine hydroélectrique, des gros terrassements d'El-Guiche (SATEC) (photo n° 4), et de Medjez-el-Bab.

Le souterrain de Pont-de-Trajan, long de près de 1 kilomètre (photo 8) a été réalisé par SATPAN. Il permet la pose de deux conduites et le passage d'un tuyau supplémentaire pour le cas de réparation.

Tous les ouvrages importants sont prévus pour permettre le passage d'une deuxième conduite qui viendra renforcer le jour venu l'adduction des eaux de l'Oued Ellil.

Les traversées d'oueds sont réalisées en passage supérieur dans les 2 cas suivants :

— Oued très en creux dans le terrain naturel : Ex. Medjerdañ, ravins du Bou-Aoukaz, oued Adjil (photo 9).

— Oued à fort débit gênant la réparation d'une conduite enterrée : Ex. Oued Béja, Bou-Heurtma.

Tous ces passages sont réalisés par des poutres en T ou en V suivant les cas, de 12, 15 et 17,5 mètres de portée.

IV. — ETAT D'AVANCEMENT DES TRAVAUX

L'état d'avancement des travaux à la fin du mois de mars 1951 est le suivant :

— tuyaux fabriqués : 72 km. de diamètre 1.200 — 10 km. de dia. 800
— tuyaux posés : 62 km. de diamètre 1.200 — 10 km. de dia. 800

Les chantiers annexés en sont sensiblement au même point (60%). On peut prévoir si les circonstances extérieures sont favorables, la mise en eau de la conduite au début de l'été 1952, date à laquelle il resterait encore à terminer les travaux d'une partie du réseau de distribution.

F. VALIRON.

Ingénieur des Ponts et Chaussées.