

# LES TRAVAUX DE BEN-METIR

## I. — 1944... 1948 OU LA GRANDE PITIE DES ROBINETS DE TUNIS

De tout temps, la question de l'eau en Tunisie a posé un gros problème, mais depuis quelques années, deux faits nouveaux se dégagent qui augmentent sa gravité.

D'une part, l'extension des centres urbains dont le chiffre de la population ne cesse de croître régulièrement, et d'autre part une sécheresse persistante tout à fait anormale.

De cette conjonction néfaste est né un grave souci pour l'administration de la Régence — un perpétuel motif de récrimination pour le particulier — un sujet inépuisable pour la Presse à court de copie durant les mois d'été, où chaleur et manque d'eau se font le plus cruellement sentir.

Durant ces dernières années, le niveau des nappes d'eau baissait continuellement, au point que les maraîchers voyaient leurs puits à sec; la réserve du barrage sur l'Oued-Kébir disparaissait et les sources alimentant Tunis étaient menacées de tarir. Tel était l'état de nos ressources en eau; état alarmant qui motiva une réglementation sévère de la distribution du précieux liquide, une alimentation parcimonieuse pour certains secteurs, une suppression radicale pour d'autres.

Tunis, en particulier, fut durement rationnée, non seulement durant les mois d'été, mais encore pendant l'hiver, où les robinets étaient le plus souvent incapables de débiter le moindre filet d'eau. La situation était encore plus grave pour les agglomérations situées sur les hauteurs, telles que Bellevue et Le Bardo, où la pénurie par manque de pression était telle que ces centres durent être approvisionnés par des camions-citernes.

Qui ne se souvient encore aujourd'hui à Tunis des longues files d'attente autour des fontaines publiques, des bagarres qui s'ensuivaient, de la pénible obligation de puiser l'eau au rez-de-chaussée pour la remonter ensuite dans les étages, de la fureur éprouvée, lorsque, le visage plein de savon, on ne recevait de son robinet que chuintements et borborygmes, de la mobilisation de tous les récipients en vue de stocker un peu de cet indispensable liquide, de l'utilisation savante et méthodique des eaux usées à des emplois nécessitant de moins en moins de pureté ?

Epoque du robinet désespérément à sec, du réduit malodorant, de l'inutile baignoire, du typhus aux aguets, de la grande pénitence de nos agrumes et de nos salades, quelle triste époque en vérité !

L'Administration responsable envisagea une série de mesures destinées à

remédier à cet état de choses. Sondages à grandes profondeurs, captage de nouvelles sources n'étaient cependant que des palliatifs destinés à parer à l'insuffisance des réserves. M. Josselin, Directeur des Travaux Publics, et son successeur M. Bonnenfant, résolurent alors d'entreprendre de grands travaux pour sortir enfin de cette situation angoissante.

Indépendamment des sondages qui continuèrent à rechercher sans cesse de nouvelles nappes souterraines, l'idée de construire de grands barrages, à l'exemple de l'Algérie, fut sérieusement envisagée, et le choix des emplacements fut mis à l'étude.

Il était difficile de trouver à la fois un bassin versant de superficie convenable et à forte pluviométrie, avec un sous-sol imperméable et propice à la construction d'un barrage dont le poids ne saurait s'accommoder de toute nature de terrain. De plus, le louable souci de ne pas trop lourdement grever le budget tunisien devait conduire à rechercher l'emplacement où pour réaliser la réserve prévue dans les conditions précédentes, l'ouvrage présenterait les dimensions les plus réduites et partant les plus économiques.

Comme on le voit, le problème était fort complexe et difficile à résoudre. Plusieurs projets furent envisagés, discutés, critiqués, et finalement abandonnés; tel celui qui prévoyait l'adduction des eaux de la région de l'Ischkeul près de Bizerte.

En définitive, l'aménagement du cours de l'Oued-Ellil et de celui du Mellègue furent retenus comme présentant, sinon toutes les conditions requises, du moins un ensemble fort acceptable.

Ce sont les travaux de l'Oued-Ellil, barrage et installations accessoires qui font l'objet de la présente étude.

## II. — BEN-METIR !

La traction-avant qui nous emporte roule silencieusement à travers les immenses plaines de Souk-el-Arba. L'aiguille du tachymètre obstinément arrêtée à 100 paraît démentir l'utilité des divisions précédentes.

Calme, confort, bercement, après une nuit écourtée à cause du départ matinal, tout nous incite à une somnolence à laquelle nous finissons pas succomber malgré l'éclat de cette journée printanière et la beauté de la campagne encore verdoyante.

Soudain, un virage en épingle à cheveux ayant quelque peu troublé notre quiétude en nous projetant les uns sur les autres, me voici réveillé, écarquillant les yeux, doutant de la réalité qui s'offre à mes regards et me demandant si je rêve encore, devant un spectacle si différent de celui que j'imaginai.

Je me trouve, en effet, soudainement transporté dans un site au relief accidenté, où de tous côtés l'œil ne découvre que de hautes collines boisées, au cœur d'une charmante agglomération dont les maisons éparses dans la verdure semblent irréelles, tellement elles sont nettes, tellement elles sont neuves, tellement elles sont jolies.

Maisons de France avec leurs toits de tuiles rouges, leurs contrevents marbrés et leurs murs crépis à la chaux; maisons bien conçues et surtout bien bâties, sans banalité comme sans prétention. Pas d'uniformité dans le style ou l'orientation, pas d'alignement impeccable — le terrain ne s'y prêtait d'ailleurs pas — rien de l'affreuse similitude des cités ouvrières qui déshonorent les abords des centres industriels.

Au contraire, une fantaisie toujours renouvelée dans l'architecture, un dosage harmonieusement varié de l'alliance de la brique, du béton et de la pierre taillée dans la présentation, une constante recherche du confort dans l'agence-

ment et une solidité à défier le temps dans la réalisation, telles sont les caractéristiques de ce bel ensemble.

Des logements, petits ou grands, apparemment jetés ici et là, dans les taillis et non au milieu d'horribles jardins potagers, des bâtiments publics, des hôtels, des terrasses étagées, des sentiers, des escaliers rustiques, le tout emprisonné dans les lacets d'une fort belle route, voilà Ben-Metir !

Tel, il m'apparaît en cette matinée ensoleillée, évoquant dans son cadre de verdure un petit village montagnard français, accueillant et sympathique, vision inattendue au sortir des mornes plaines parcourues jusqu'alors.

Village champignon — il a poussé en moins de deux ans — grâce à l'activité de l'Entreprise Boussiron — combien diffère-t-il de ses semblables américains nés d'un rush et présentant de sordides baraques en planches ou en tôle ondulée ! Ici, pas d'improvisation mais le fruit d'une étude tendant vers une réalisation décente et coquette.

Village heureux aussi, sans ruines prestigieuses, évidemment, mais aussi sans cimetière, sans statues de gloires locales, mais aussi sans Monument aux Morts; un village sans passé douloureux, sans passions politiques, sans rivalités, un village neuf, tourné hardiment vers l'avenir et le progrès, créé pour l'enchantement du regard dans un des plus beaux sites de Tunisie.

Bati à 1.500 mètres environ du barrage de l'Oued-Ellil, il coiffe une colline tout en s'étendant en majeure partie sur le versant où la route venant de Souk-el-Arba étale ses sinuosités.

Les constructions sont presque achevées. Promenons-nous dans le village. Au sommet du mamelon, sur la grande place ombragée — car on a pu y réaliser cet indispensable dégagement, — se trouve un immense bâtiment, l'hôtel, qui héberge les célibataires et les touristes de passage, ainsi que les locaux commerciaux : boulangerie, boucherie-charcuterie, épicerie, etc... En face, une spacieuse salle de fêtes-cinéma est en cours de construction.

Plus loin, un peu à l'écart, un bâtiment peu rébarbatif — encore une réussite — accueille dans ses trois classes la studieuse marmaille du centre et, de l'autre côté de la rue une gendarmerie d'opérette à l'extérieur amène, paraît-il peu faite pour effrayer les possibles délinquants.

Dans la direction opposée, sur la crête de la colline qui forme promontoire, se dresse l'Hôtel des Travaux Publics et à l'extrême pointe la subdivision des T.P. Ce dernier bâtiment domine les alentours et, s'il jouit d'un splendide panorama, il est aussi merveilleusement placé pour subir les assauts des éléments qu'il défie d'ailleurs par sa substance.

Une chapelle et une mosquée — encore en projet — montrent que tout élan mystique n'est pas banni dans ce village de bâtisseurs modernes.

Enfin, de nombreuses villas, isolées ou jumelées, présentent tout confort : caves ou sous-sol à cause de la déclivité du terrain, toits de tuiles, murs épais, contrevents pleins et parfois double-fenêtres. N'oublions pas, en effet, que Ben-Metir est à 450 mètres d'altitude et qu'il y neige parfois.

Cet ensemble cossu, assez rare en Tunisie, a été réalisé par les Services des Travaux Publics dont M. Seignouret est l'architecte-conseil.

### III. — POURQUOI CE VILLAGE ?

D'aucuns pourront s'étonner de cette réalisation somptueuse qui ont connu la classique Entreprise de Travaux Publics s'installant dans le minimum de temps en dressant d'une façon hâtive ses dortoirs, cantines et ateliers. Les constructions étaient le plus souvent hétérogènes : hangars métalliques, baraques en planches — rarement en briques — tentes et marabouts, disséminés dans la nature,

au gré du terrain. Le souci primordial était le démarrage du chantier proprement dit, la préoccupation du confort étant, au début tout au moins, absolument secondaire. Faute de mieux, le personnel s'entassait dans les premiers dortoirs et cantines, mais le mieux venait assez vite par la suite et le travail essentiel qui motivait la présence de l'entreprise était à ce moment assez avancé. Les ouvriers impatientes de créer s'accommodaient fort bien de cette manière d'agir et supportaient de bonne grâce et même gaiement les petits ennuis du début. Ils n'eussent pas compris, alors, que l'on procédât différemment.

Contrairement donc à l'usage ancien qui voulait que le personnel soit logé dans des abris provisoires en matériaux légers, de façon à donner le plus rapidement possible le premier coup de pioche, on a ici — comme d'ailleurs en France, suivant la tendance actuelle — construit directement du définitif.

A cela, il y a plusieurs raisons dont la principale est à rechercher dans l'évolution des idées sociales. Le personnel désire non seulement des logements décentes — il l'étaient autrefois — mais il veut des constructions en « dur » avec des chambres particulières et non des dortoirs communs qui éveillent souvent en lui, hélas, le souvenir des stalags. Devant cette revendication, devant aussi la rareté de la main-d'œuvre qu'il faut attirer et retenir en ces endroits isolés par un certain confort, ont est arrivé à admettre la construction de cités ouvrières où célibataires et ménages vivent dans l'impression d'être plus indépendants, mangent au restaurant ou en famille et regagnent le soir leur chambre d'hôtel ou leur foyer.

Ce principe étant admis, et par ailleurs, le projet de créer à Ben-Metir une station climatique par la suite étant adopté, il a été décidé de construire une véritable petite cité groupant des habitations confortables et des bâtiments publics.

Voilà qui explique la création de ce centre. Il faut ajouter que les travaux du barrage n'ont pas été pour autant négligés, car c'est une Entreprise différente qui a été chargée de l'édification du village, de sorte que tous les travaux ont pu être menés de pair.

#### IV. — L'OUED-EL-LIL

L'Oued El-Lil qui prend sa source dans la montagne du Nord-Ouest de la Tunisie, reçoit sur sa rive droite l'apport des Oueds Zéen et Labga. C'est au confluent de ce dernier avec l'Oued El-Lil que sera édifié le futur barrage, à 7 km. environ d'Aïn-Draham, donc de la frontière algéro-tunisienne et à 190 km. de Tunis.

L'Oued El-Lil — rivière de la Nuit — est un petit ruisseau — en ce moment tout au moins — qui draine les eaux d'un bassin de 108 kilomètres-carrés de superficie sur lequel les précipitations sont fort abondantes puisque la pluviométrie moyenne est de 1.250 m/m par an. Les eaux relativement claires proviennent des collines environnantes faiblement boisées, où dominent le chêne-liège et le laurier-rose. Le ruissellement est abondant et les pertes par infiltration ou évaporation particulièrement peu élevées, de sorte que la quantité d'eau annuelle qui se déversera dans la réserve atteindra 50 millions de mètres-cubes. Détail particulièrement favorable, la teneur moyenne en sels minéraux n'est que de 0 gramme 2 par litre d'eau.

#### V. — LA RESERVE

Elle sera constituée par le lac artificiel créé par le barrage de l'Oued El-Lil, le lac dont le volume des eaux sera de 80 millions de mètres-cubes, et l'altitude 440 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Le barrage terminé, l'eau recouvrira peu à peu le fond des vallées de l'Oued

Zéen, de l'Oued Zerga, de l'Oued Demène et de l'Oued El-Lil. Celles-ci étant de pentes et de largeurs variables, leur convergence créera un lac très irrégulier, qui vu sur les plans, ressemble à une gigantesque pieuvre dont les bras seraient quelque peu amputés, une pieuvre qui, à mesure des apports étendra peu à peu tous les arbres des versants et les enfouira pour jamais dans les profondeurs des eaux.

Beau plan d'eau pour les éventuels amateurs de canotage : 400 hectares sont à leur disposition, la plus grande longueur d'Est en Ouest ne mesurant pas moins de six kilomètres.

## VI. — LES PROMESSES

Cette réserve permettra d'envoyer journalièrement 1.250 litres-seconde sur Tunis, soit 100.000 mètres-cubes, ce qui constituera un appoint considérable aux quantités fournies par les autres sources. Cette eau sera épurée dans une station située à quelques kilomètres à l'aval du barrage, avant d'être dirigée sur Tunis par des conduites en béton armé dont il sera question plus loin.

Pour l'irrigation, 20 millions de mètres-cubes sont prévus annuellement qui permettront de nouvelles cultures en fertilisant le sol tunisien.

En outre, utilisant au maximum toutes les possibilités ménagées par la configuration du terrain, une centrale hydro-électrique — la première en Tunisie — fonctionnera sous 207 mètres de chute brute, produisant annuellement 17 millions de kwh.

Telles sont les promesses que tiendra le barrage de Ben-Metir.

## VII. — LE BARRAGE

Il est en forme d'équerre dont la petite branche située sur la rive gauche, est conçue comme un barrage-poids, rectiligne, du type habituel. Cette partie, d'un seul bloc résistant à la poussée des eaux par sa masse considérable ne présente rien de particulièrement nouveau. Ce type, réalisé depuis longtemps correspond à un mur de réservoir classique malgré ses énormes proportions.

Bien différente est la deuxième branche de l'équerre la plus longue. Rectiligne elle aussi, résistant par sa masse mais évidée, elle est d'une conception nouvelle et hardie. Elle est formée d'une suite d'éléments présentant le profil en travers du barrage; ce sont d'énormes contreforts évidés et juxtaposés, reliés entre eux par des joints élastiques assurant l'étanchéité et offrant la résistance requise. Le parement amont de chaque élément, évidé dans sa hauteur, est épaulé par une forte nervure rigide elle-même par le parement aval. Une coupe horizontale dans un contrefort présente une section s'apparentant au double T, assurant la stabilité désirable tout en ménageant le cube des matériaux.

Ce barrage dont la crête sera écrasée à 441 m. 50, soit 1 m. 50 plus haut que le plan de la retenue présentera une hauteur de 60 mètres au-dessus du lit de l'Oued. Sa largeur de base sera de 72 mètres dans la partie la plus basse, la longueur de sa crête, de l'ordre de 450 mètres, et le cube de béton nécessaire à sa réalisation atteindra le chiffre de 280.000 mètres-cubes. Les parements ont un fruit de 6/10 à l'amont et à la partie basse de l'aval, donnant ainsi une large assise à la base du barrage.

Si Ben-Metir réunit la plupart des conditions exigées pour l'établissement d'un barrage, il en est un pourtant que pendant longtemps la nature — si généreuse par ailleurs — a paru refuser. Le terrain, en effet, n'était guère propre à l'édification d'une pareille masse de béton vu son manque de résistance. Les géologues, fouillant le sol, ont cependant rencontré trois bancs de grès résistants

qu'ils ont dénommés 1, 2, 3, mais dont la direction a motivé de nombreuses études, de laborieux projets, et quelques changements d'orientation du barrage.

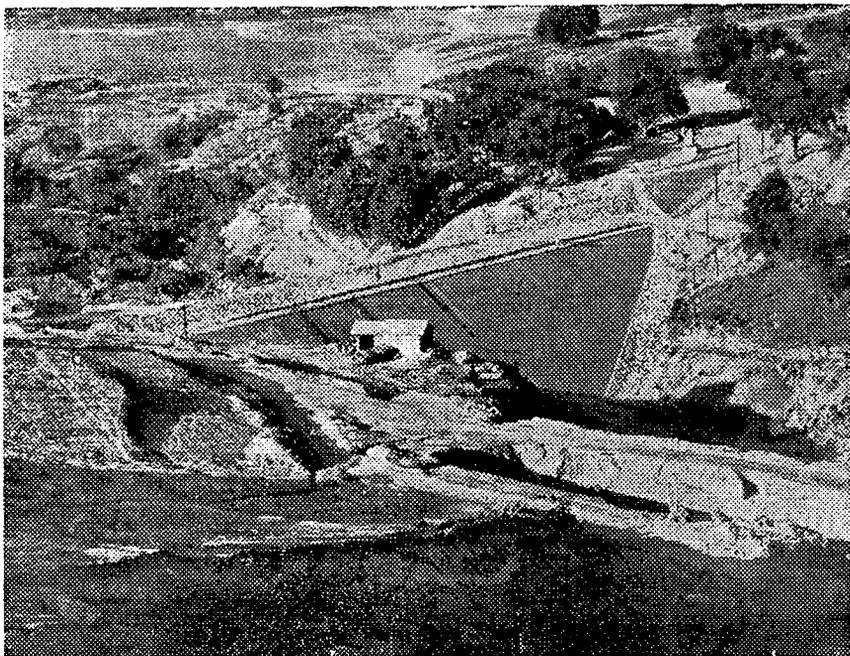
Quoi qu'il en soit — et c'est tout à l'honneur de ces ingénieurs — un projet définitif a été arrêté, qui donne toute satisfaction malgré un sol ingrat et des couches capricieuses. Le barrage sera donc assis sur trois bancs de grès présentant la solidité requise pour assurer une tenue irréprochable à ce colossal ouvrage d'art.

### VIII. — LE BATARDEAU

Avant d'entreprendre cette construction, il est nécessaire de procéder à des travaux préliminaires d'une importance qu'on aurait tort de considérer comme négligeable. Il faut, en effet, pouvoir travailler aux fouilles du barrage — travail délicat dont dépend la tenue de l'ouvrage — dans des conditions de sécurité absolue, à l'abri des crues soudaines, comme des simples venues d'eau. Pour être ainsi au sec et pouvoir préparer aisément des assises indestructibles, il faut construire le classique batardeau complété par la galerie de dérivation.

Le batardeau est un véritable barrage destiné à arrêter et à détourner les eaux de leur cours habituel en les dirigeant vers une galerie latérale. Ainsi, les fouilles et la construction peuvent se poursuivre en toute quiétude, le danger d'envahissement par la rivière étant absolument écarté.

Pour résister aux grosses crues subites que présentent les cours d'eau de ce pays, il a fallu construire un barrage qui, tout en étant plus modeste que l'ouvrage définitif n'en a pas moins des dimensions imposantes. L'idée est venue d'ailleurs, d'utiliser ce batardeau, non seulement pour le rôle qui lui est dévolu d'habitude, mais pour une autre fin particulièrement intéressante : celle de constituer pendant la durée des travaux une réserve de trois millions de mètres-cubes. On régularisera ainsi le cours de l'oued, tout en disposant d'un apport sensible à la consommation d'eau dans les périodes de sécheresse.



Batardeau, vu de l'aval (photo prise de la plateforme 441-50)

(Photo Direction des Travaux Publics)

La crête du batardeau est à la cote de 402, soit 38 mètres plus bas que celle du barrage définitif. Il est construit d'une façon rudimentaire, par enrochements, c'est-à-dire par amoncellement de rocs. Les parements amont et aval sont revêtus d'un léger masque en béton armé. La longueur suivant la crête sera de 150 mètres, sa plus grande épaisseur de 55 mètres et sa plus grande hauteur de 22 mètres. Il nécessitera l'emploi de 30.000 mètres-cubés environ de matériaux.

## IX. — LE PERTUIS

En attendant la percée de la galerie de dérivation et l'exécution de son revêtement, il a été construit un pertuis destiné à canaliser les eaux de l'oued et à les conduire à travers les fouilles du batardeau. C'est un ouvrage à section rectangulaire de 8 mètres-carrés environ (divisé en deux parties par une cloison médiane) et de 60 mètres de longueur, réalisé en béton.

La construction d'un autre batardeau, plus modeste, à l'aval n'est pas encore décidée. Son rôle serait de protéger le barrage par l'aval contre d'éventuelles venues d'eau.

## X. — LA GALERIE DE DERIVATION

C'est une forte galerie à section circulaire de 6 mètres de diamètre, creusée sur la rive droite de l'oued, dans une marne peu résistante. Elle contourne les ouvrages et conduit les eaux à l'aval de ceux-ci dans un bassin d'amortissement. Elle sera bétonnée et comportera en outre un revêtement intérieur en maçonnerie d'agglomérés. Ces derniers, fabriqués sur le chantier, fortement dosés et vibrés, moulés en forme de voussoirs, constituent une protection particulièrement résistante à l'usure et à l'attaque des eaux.

Ce chantier est en pleine activité — les autres étant pour le moment — simplement amorcés. L'exécution de la galerie a lieu en deux temps, d'abord la partie supérieure jusqu'au plan diamétral, ensuite la partie inférieure. Actuellement, on travaille à la première moitié, celle du haut. La percée en est terminée, mais comme elle s'opère à section réduite, des mineurs sont occupés aux « régléments », opération qui consiste à donner à la galerie son gabarit exact, compte tenu de l'épaisseur du revêtement ultérieur. Des boiseurs suivent, afin de soutenir provisoirement le « toit », à l'aide de longrines, buttes, poussards, écoins, etc... Des maçons, enfin, bétonnent la galerie et posent le revêtement. Tout ce monde s'affaire dans ce souterrain humide, à la lumière électrique, dans le vacarme des marteaux pneumatiques. Ça et là, des géomètres opèrent, donnant les directions et les points de niveau. On a, sur ce chantier, une impression d'activité — impression qu'on ne tardera pas à retrouver partout dès l'an prochain.

## XI. — LES EVACUATEURS

En période de crue, lorsque le barrage aura constitué sa réserve de 80 millions de mètres-cubes, le débit de l'oued sera absorbé par deux évacuateurs qui joueront le rôle des déversoirs que l'on trouve sur beaucoup de barrages.

Chacun d'eux est prévu pour débiter 500 mètres-cubes-seconde, ce qui correspond, par conséquent, à une crue de 1.000 mètres-cubes-seconde, maximum jamais enregistré depuis qu'il existe des relevés officiels. Ce sont d'énormes cheminées verticales dont la partie supérieure s'évase au voisinage du plan d'eau de la réserve. Elles sont situées aux deux extrémités du barrage, près des berges, de façon à diminuer leur hauteur au-dessus du fond, celle de la rive droite à 75 mètres du barrage et l'autre à 40 mètres.

Monstrueuse plante aquatique dont la tige de 12 mètres de diamètre s'épa nouit pour former une corolle de 130 de circonférence qui, par ses énormes pétales en forme de marguerite absorbera en guise de rosée une lame d'eau de 500 mètres-cubes-seconde.

## XII. — LA CHAMBRE D'AMORTISSEMENT

Les puits constitués par ces évacuateurs communiquent avec deux galeries souterraines de 6 mètres de diamètre qui contournent le barrage; l'une d'elles est la galerie de dérivation dont il a été question précédemment. Elles débouchent face à face dans une chambre d'amortissement, sorte de bassin à ciel ouvert où les courants, en se heurtant mutuellement, verront leur vitesse décroître avant d'être restitués au lit naturel de l'oued. L'ouvrage mesure 85 mètres de long et 40 mètres environ de large. Son radié, qui présente des redans, retient l'eau, qui, formant matelas, contribue à l'amortissement tout en protégeant les maçonneries.

## XIII. — LES INSTALLATIONS DE CHANTIER

### a) L'Entreprise :

La Société des Entreprises Campenon et Bernard, grosse firme renommée pour ses réalisations en matière de Travaux Publics et de Grands barrages en particulier, se trouve chargée de l'édification des ouvrages. Les bureaux sont en bordure de la route sur une hauteur dominant le chantier, tandis que ses ateliers, magasins et garages sont situés en contre-bas, sur un vaste terrain vivement défriché, nivelé et empierré.

Indépendamment des fouilles du batardeau et du barrage amorcées en même temps que la percée de la galerie de dérivation, son objectif principal a été l'installation mécanique des chantiers.

Ouverture des carrières destinées à fournir les matériaux, installation de téléferiques pour les transports, production de force motrice, préparation des dispositifs mécaniques de stockage des matières, de fabrication du béton, de mise en place de celui-ci, tout cela représente un travail considérable.

Dans un chantier moderne de travaux publics où la machine est reine, les installations mécaniques présentent une importance capitale. Bien que de nature différente de celles de l'ouvrage définitif, les études qu'elles nécessitent n'en sont pas moins considérables. On peut dire, sans exagération, que l'œuvre à réaliser n'est rien et que tout réside dans la préparation mécanique. Grâce à des services et à des ingénieurs ayant la pratique de ces travaux hautement spécialisés, l'Entreprise Campenon arrivera au terme de la réalisation dans les délais impartis.

### b) Le dépôt de Souk-el-Arba :

La gare de Souk-el-Arba est la station la plus proche des chantiers. C'est donc là que la Société a créé un vaste parc où le matériel arrivé par la voie ferrée est entreposé avant d'être dirigé sur Ben-Metir. On y trouve de tout : pylones, câbles, matériel de concassage, de compression ou de perforation, transformateurs et canalisations électriques, tracteurs, wagonnets et voie Decauville, machines-outils, tapis transporteurs, etc., etc... Egalement, le ciment arrive à cette station, déposé en vrac dans des wagons couverts, il est aspiré par des pompes et refoulé dans trois silos métalliques de 500 tonnes chacun. Il en est extrait ensuite par quantités de 250 kilos mesurées automatiquement par des compteurs et déposées dans chacune des bennes d'un transporteur aérien qui les évacue vers le chantier distant de 30 kilomètres environ.

### c) La rivière d'Aïn-Djantoura :

Une difficulté s'est présentée au sujet des matériaux nécessaires à la fabrication du béton. Il n'y avait pas, dans les environs immédiats du barrage, de banc suffisamment important pour assurer la production voulue. Il a fallu ouvrir une carrière à Aïn-Djantoura, lieu situé à 6 kilomètres environ du barrage. On y trouve du calcaire de valeur très inégale, dont la découverte ne nécessite pas beaucoup de travail. Par endroits, la roche, n'étant pas très saine, ne peut être utilisée. Une galerie de prospection s'enfonçant dans la paroi rocheuse permettra sans doute de confirmer les espoirs que l'on avait fondés relativement à la valeur du banc.

Une installation de concassage primaire traite les blocs extraits à la cheddite. Elle comprend actuellement :

1 concasseur Kennedy à mâchoires, de 600/400, puissance 30 CV, produisant 20 tonnes-heure;

1 cribleur à cloie de 55 m/m;

1 concasseur à mâchoires de 400/200, puissance 18 CV produisant 5 tonnes-heure;

1 tamis vibrant Kennedy de 7 CV 5, donnant les matériaux aux anneaux suivants : 0-5, 5-15, 15-25, 25-70.

Le sable d'appoint est produit par un broyeur à marteaux-clés, puissance 38 CV, produisant 5 à 12 tonnes-heure. Il reprend du 5/15 ou du 15/25 et fournit du 0/5.

4 silos de 0/5, 5/15, 15/25, 25/70 complètent l'installation.

Les transports sont effectués par wagonnets de 1.000 litres renvoyés par des tracteurs à mazout sur voie de 1 mètre.

Par la suite, un énorme concasseur Allis-Chalmers, de 30 pouces, sera installé dans cette carrière dont le front mesure environ 400 mètres de longueur.

### d) Les téléfériques :

Nous distinguerons les téléfériques servant au transport des matériaux et ceux utilisés pour la mise en plan du béton dans le corps du barrage.

**Téléferique d'Aïn-Djantoura.** — Il est destiné à l'approvisionnement en sable et gravier. Il relie les silos de la carrière à ceux de Ben-Metir, partant de la cote 310 pour arriver à la cote 490, franchissant ainsi un parcours de 5.500 mètres, présentant une différence de niveau de 180 mètres. C'est un bi-câble dont les porteurs aller et retour ont respectivement 38 et 24 m/m de diamètre et le tracteur sans fin 24 m/m : tension des câbles 30 et 12 tonnes.

Il est actionné par un moteur de 22 CV. et transporte 80 tonnes à l'heure dans les bennes de 400 litres de capacité. Son constructeur est Rudolph Kurt, de Leipzig.

**Téléferique de Souk-el-Arba.** — Il est en réalité formé de deux transporteurs aériens placés bout à bout et faisant entre eux un certain angle. Les bennes passent de l'un à l'autre, grâce à un monorail placé au sommet de l'angle. Les deux tronçons, à peu près égaux, ont 14 kilomètres de longueur environ, de sorte que le parcours Souk-el-Arba-Ben-Metir représente 28 kilomètres en terrain parfois accidenté, 152 pylones ont été nécessaires, dont le plus haut mesure 30 mètres.

Son installation par les soins de l'entreprise représente donc un gros travail; mais il faut songer que, nuit et jour, les bennes se succéderont au départ comme à l'arrivée, à la cadence d'une benne toutes les 1 minute et demie, assurant un débit horaire de 10 tonnes. Que de camions seraient nécessaires pour effectuer un tel transport ! Que de manutentions évitées aussi puisque le ciment est char-

gè et déchargé automatiquement. Plus de sacs éventrés, plus de réparations ni de perte de sacherie. Economie appréciable lorsqu'on sait qu'un sac en jute est consigné 100 francs.

Les stations terminales présentent une différence de niveau de 372 mètres (143 à 470 mètres).

Le téléférique est du type « monocâble » à la fois porteur et tracteur. Tendue à 8 tonnes, ce câble de 25 m/m remorque allègrement ses 300 bennes dont 150 sont seules chargées dans le sens de la montée, à l'allure de 7 km. 500 à l'heure.

Chaque câble est mû par un moteur de 70 CV.

Le constructeur est Etcheverry, à Paris.

**Téléfériques du barrage.** — Ils sont au nombre de trois du type Blondin. Ce genre de transporteur comporte essentiellement 3 câbles : 1 porteur de 52 m/m clos, servant de chemin de roulement aux galets d'un chariot.

1 tracteur de 18 m/m, sans fin, destiné à entraîner le chariot le long du porteur.

1 moufleur de 20 m/m qui permet d'édéposer une charge de béton en n'importe quel point du parcours, lorsque le chariot est arrivé à l'aplomb du point choisi.

La charge transportée qui est de 6 tonnes 200 correspond à 2 mètres-cubes de béton environ, charge utile.

Chaque porteur est soutenu à ses extrémités par une tour de 48 mètres de hauteur, articulée à sa base et convenablement maintenue dans la position voulue par des haubans de 34 m/m de diamètre.

Les tours d'un même câble ne sont presque jamais verticales. Grâce à leur articulation inférieure, elles peuvent prendre des inclinaisons vers la droite ou la gauche du câble qu'elle supportent, inclinaisons pouvant aller jusqu'au 1/4 de leur hauteur, d'un côté comme de l'autre. De sorte que le câble se déplace vers l'amont ou vers l'aval de 12 mètres, soit au total 24 m. Ainsi, on peut desservir n'importe quel point du barrage sur une largeur de 24 m. Comme l'épaisseur maximum est de 72 mètres, il en résulte que 3 câbles espacés de 24 mètres sont nécessaires pour effectuer le travail.

Les portées des téléfériques sont de 446, 458 et 460 mètres. Les tours sont décalées dans le sens longitudinal du barrage de 6 à 12 mètres pour permettre l'inclinaison des flèches.

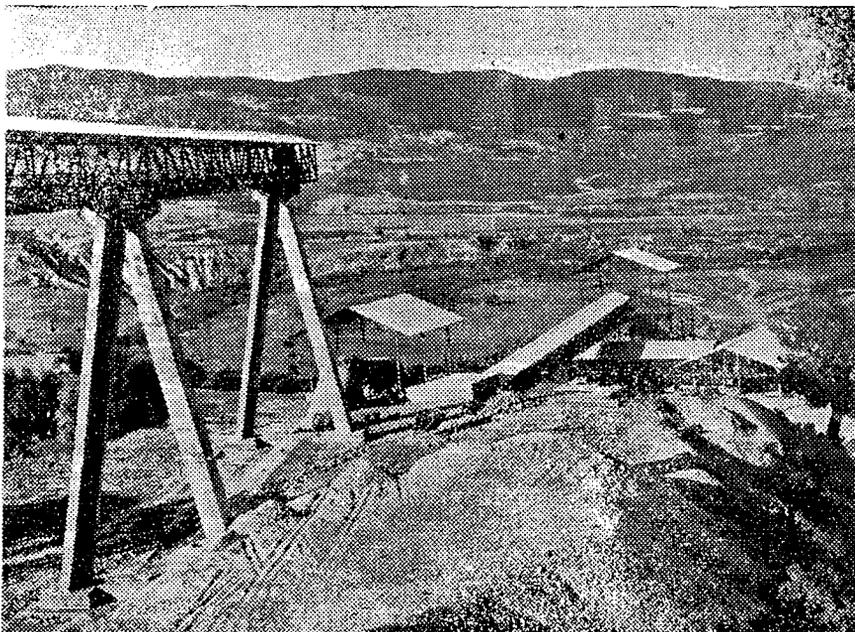
La commande des différentes manœuvres s'opère à distance, du haut d'un mirador où se tient le conducteur.

Voilà une conception de la distribution du béton absolument nouvelle qui sera réalisée pour la première fois à Ben-Metir.

Les difficultés d'ordre mécanique ont été résolues par la maison Etcheverry, de Paris, spécialisée dans les transporteurs aériens.

#### e) La fabrication du béton :

Elle est entièrement effectuée par des procédés mécaniques. Les matériaux provenant de la carrière d'Aïn-Djantoura sont basculés sur un distributeur qui les répartit sur une vaste aire bétonnée, d'où ils s'écoulent, suivant les besoins sur des tapis transporteurs en caoutchouc. Ceux-ci sont dans une chambre située sous le stock primaire, à l'aplomb d'ouvertures par où tombent les matériaux. Les tapis desservent les multiples concasseurs, reprennent les produits obtenus et les transportent aux silos de l'usine à béton.



#### Centrale de concassage et de bétonnage

(Photo Direction des Travaux Publics)

Là, le sable et le gravier sont dosés mécaniquement, mélangés au ciment et l'ensemble est convenablement humidifié. Chaque gâchée de béton représente 1 mètre-cube 500.

(A noter que les silos à ciment de l'usine à béton sont précisément ceux de la station terminale du câble de Souk-el-Arba).

Un silobus sur rails transporte ensuite la gâchée jusqu'au point de chargement de la benne du blondin.

### XIV. — LA CONDUITE D'ADDUCTION D'EAU

A 8 kilomètres du barrage de Ben-Metir se trouvent l'usine hydro-électrique de Fernana et à l'aval de celle-ci la station d'épuration des eaux. C'est ici le point de départ de la conduite d'adduction d'eau de l'Oued El-Lil.

La Société SOCOMAN a été chargée de la fabrication et de la pose des canalisations, depuis l'origine jusqu'au col de Medjez-el-Bab, situé à 75 kilomètres. La partie aval a été confiée à la Société des Tuyaux Bonnat.

#### a) Le tuyau :

Le tuyau SOCOMAN est un cylindre en béton dans les deux sens, à des taux tels que le béton n'est jamais tendu. La partie centrale est obtenue par centrifugation, après tension des armatures longitudinales. La compression transversale du tuyau, fonction de la charge et des surpressions, est obtenue par l'enroulement en hélice d'un fil d'acier tendu à 80 K/m/m<sup>2</sup>. Le tuyau est ensuite revêtu de ciment vibré pour protéger le frettage.

Le tuyau normal, d'un diamètre de 1 m. 25 intérieur et d'une longueur de 7 m. pèse environ 7 tonnes. L'épaisseur de la paroi de béton est de 90 m/m. L'assemblage des tuyaux entre eux comporte l'emploi d'un joint caoutchouc en forme de V, la pression intérieure assurant elle-même l'étanchéité.

La souplesse d'un tel joint permet sans risque les légers déboîtages dus aux mouvements du terrain, ainsi que la réalisation de courbes de 500 m. de rayon.

Le mode de fabrication par centrifugation et le choix d'une grombométrie convenable permettent d'obtenir un béton d'une grande compacité, très résistant et dont l'étanchéité résulte de l'absence de tension.

Les matériaux utilisés sont de tout premier choix, savoir : Ciment artificiel Portland de Tunis.

Sable : éléments ronds compris entre 0,1 et 2 m/m.

Gravier : de roche dure à l'anneau de 5/15 pour le fût primaire et à celui de 4/6 pour le revêtement.

Acier : ancien Martin de 130 à 140 K. de rupture;

limite élastique 80 K/m/m-carrés; Al. : 10 à 12%;

Fontes des abouts — en provenance des usines de Pont-à-Mousson.

Joints caoutchouc : Dureté Shore 50 à 60;

allongement 450 à 500 %;

charge de rupture 120 k/cm-carré.

Les tuyaux sont fabriqués à l'usine de Djebel-Djelloud à la cadence de 25 tuyaux par jour, ce qui correspond à une consommation journalière de 35 tonnes de ciment, 30 mètres-cubes de sable et 70 mètres-cubes de gravier.

Les éléments sont chargés sur wagons dans l'usine même et expédiés aux gares les plus proches du tracé, où ils sont repris par tracteurs et semi-remorqués jusqu'à la plateforme bordant la tranchée.

#### b) Le tracé :

Il a été déterminé d'après les principes suivants :

- 1.) Rechercher le plus court parcours;
- 2.) Eviter le plus possible les changements de pente pour diminuer le nombre des dispositifs de vidange dans les parties basses et les ventouses dans les point hauts;
- 3.) Eviter les franchissements d'oueds, de routes et de voies ferrées.
- 4.) Prévoir tous les 25 kilomètres environ des chambres de rupture de charge : grands bassins dont l'altitude est déterminée par la position de la ligne piézométrique (charge statique au départ diminuée des pertes de charges dans la conduite).
- 5.) Veiller à ce que le tuyau de conduite entre deux chambres de rupture soit constamment au-dessous de la ligne piézométrique.
- 6.) Eviter dans la mesure du possible les courbes à faible rayon en conjuguant les changements de pentes avec les changements de direction.
- 7.) Réduire le plus possible les terrassements en suivant la ligne du terrain naturel.
- 8.) Ménager 1 mètre d'épaisseur de terre pour la protection du tuyau.

#### c) La pose :

Les tranchées prévues ont une largeur de 2 m. et une profondeur comprise entre 3 m. 50 et 8 m., ce qui représente 7 mètres-cubes en moyenne par mètre courant. Elles sont exécutées avec des pelles mécaniques lorsque le terrain s'y prête, sinon avec des marteaux pneumatiques et des explosifs.

Les tuyaux sont descendus en fouille à l'aide de tracteurs à grue latérale. Ils sont placés bout à bout et emboîtés avec un verin à vis. Les joints sont lubri-

fiés à la glycérine graphitée. Chaque joint est ensuite essayé à la pression au moyen d'un appareil que l'on déplace dans la conduite au fur et à mesure de l'avancement.

En terrain difficile, la pose est effectuée à l'aide de chèvres en bois et palans et sur les ouvrages d'art au moyen d'un portique roulant. Dans le cas où les pentes sont fortes, il est nécessaire d'ancrer la conduite au sol par des massifs en béton.

Les conduites sont remplies d'eau dès la pose. Par tronçon de deux kilomètres en moyenne, on procède à l'essai sous la pression de service. La conduite est butée à chaque extrémité du tronçon par des massifs capables de résister à une poussée de deux cents tonnes.

Les remblaiements sont exécutés avec de la terre damée de chaque côté du tuyau et au-dessus au moyen d'un tracteur.

#### d) Les ouvrages :

A titre indicatif, pour juger de l'importance de ces travaux d'adduction, signalons que sur le tronçon de 75 km. reliant Fernana au col de Medjez-el-Bab, il a fallu réaliser :

- Deux chambres de rupture de charge;
- Deux cheminées d'équilibre;
- Un souterrain de 900 mètres de longueur;
- De nombreux franchissements d'oueds d'importance variable, tantôt au-dessus, tantôt au-dessous des cours d'eau;
- Un ouvrage de traversée de voie ferrée;
- Huit traversées de routes;
- 43 ouvrages pour ventouses;
- 45 ouvrages pour vidange.

## CONCLUSION

Cette étude rend bien imparfaitement compte de l'importance des travaux engagés pour l'aménagement du cours de l'Oued El-Lil.

Les difficultés sans nombre qu'il a fallu vaincre n'apparaissent point à sa lecture, et pas davantage les mérites et les peines des uns ou des autres ne sont soulignés.

L'ouvrage est en voie de réalisation. Peu à peu les constructions s'élèvent, les conceptions se concrétisent et l'édifice surgit qui viendra enrichir le patrimoine de la Tunisie.

Puisse cette étude éclairer ceux qui la liront et ôter aux éternels mécontents l'envie de critiquer les travaux en cours.

Qu'ils aient, au contraire, cet été, sous leur douche quotidienne une pensée de gratitude pour tous les réalisateurs de cette œuvre, promoteurs, ingénieurs, ou obscurs manœuvres qui peinent pour leur assurer plus de bien-être.

J. ESCOUBET,  
Ingénieur A. M.  
Professeur au Collège Technique  
Emile-Loubet de Tunis.