LES TRAVAUX DE LA PLAINE DES BENI-MOUSSA

(Maroc)

I. — EXPOSÉ GÉNÉRAL ET CONSISTANCE DES TRAVAUX

La France, fidèle à sa mission et à son génie créateur, poursuit, depuis de longues années, dans les états associés, et souvent en dépit de nombreuses difficultés économiques, un plan d'équipement ration-

L'objet de notre propos sera précisément la description d'une partie de cet ensemble : les travaux qui viennent d'être réalisés dans la plaine des Béni-Moussa et qui répondent à la double exigence de

nel et grandiose. Se plaçant à la fois au point de vue industriel, agricole, médical, sanitaire et culturel, elle cherche, par des initiatives hardies et incessantes, à en faire des pays modernes, au niveau de vie plus élevé, où le mieux-être s'accroît d'année en année. Elle a créé tour à tour des instituts de recherches scientifiques spécialisés, des hôpitaux, des routes, des ports, des barrages, des canaux d'irrigation et de drainage, cherchant constamment, en outre, à améliorer l'habitat.

Elle est particulièrement fière de l'ensemble de ses réalisations marocaines.

l'agriculture et de la jeune industrie marocaines.

Ils consistent essentiellement dans la centrale hydro-électrique d'Afourer et dans les canaux primaires d'irrigation de la plaine des Béni-Moussa.

Disons d'abord quelques mots du cadre géographique dans lequel s'inscrivent ces travaux. La plaine du Tadla, située au pied du Moyen Atlas, est divisée par l'Oued Oum-er-Rbia en deux parties portant les noms de deux tribus : les Béni-Amir sur la rive droite et les Béni-Moussa sur la rive gauche.

L'Oum-er-Rbia a pour principal affluent l'Oued El

Abid, dont la partie moyenne, sensiblement orientée Est-Ouest, est parallèle à sa vallée et se trouve à environ 250 mètres au-dessus de la plaine des Béné-Moussa.

L'industrie marocaine, en pleine expansion, a des besoins sans cesse accrus d'énergie. La situation géo-

graphique de l'Oued Ed Abid a permis la construction de deux centrales hydro-électriques composant l'ensemble le plus important qui ait été réalisé jusqu'ici par la France au Maroc. La première de ces centrales

a été construite à Bin-el-Ouidane et la seconde, qui lui fait suite, à Afourer. La plaine du Tadla, aride en raison de la sécheresse, est cependant très propice à l'agriculture. La partie déjà irriguée des Béné-Amir a répondu à tous les espoirs, et le paysan marocain, fixé sur ces terres auparavant hostiles, cultive avec succès le blé dur et le blé tendre,

Usine hydroélectrique d'Afourer avec le bassin de compensation, origine des canaux d'irrigation.

graphique de l'Oued Ed Abid a permis la construction de deux centrales hydro-électriques composant l'ensemble le plus important qui ait été réalisé jusqu'ici par la France au Maroc. La première de ces centrales

l'orge, la fève, la luzerne, les légumes et les arbres fruitiers.

L'expérience très encourageante des Béné-Amir a donc conduit l'Administration française à réaliser l'irri-

Usine hydroélectrique d'Afourer.

gation de la rive gauche de l'Oued Oum-er-Rbia, c'est-à-dire la plaine des Béni-Moussa

II. — CENTRALE HYDRO-ÉLECTRIQUE D'AFOURER

a) CONDUITES FORCÉES :

Les eaux de l'Oued El Abid, « turbinées » une première fois à Bin-el-Ouidane, sont ensuite dirigées, après le barrage de prise d'Aït Ouarda, vers les deux conduites forcées d'Afourer par un tunnel de 10 kilomètres de long.

Ces conduites forcées métalliques, qui ont 2,60 m de diamètre et 540 m de longueur unitaire, canalisent la dérivation de l'Oued El Abid limitée volontairement à 46 m³/s. Une troisième conduite, dite conduite de

Salle des tableaux.

Postes de transformation.

décharge, débitera directement dans le bassin de compensation situé immédiatement à l'aval de l'usine. Elle a un diamètre décroissant et permettra l'alimentation des canaux d'irrigation pendant les arrêts de l'usine.

Toutes ces conduites, entièrement soudées, sont du type auto-fretté à freinage souple à enroulement hélicoïdal. Elles reposent sur des berceaux en béton et leur stabilité est assurée par huit massifs d'ancrage.

Elles n'ont pu être enterrées en raison des frais considérables de terrassement et de remblaiement. Elles ont donc été pourvues de joints de dilatation et, pour limiter leur échauffement sous l'action du soleil, elles ont été enduites d'une peinture aluminium.

Les conduites ne comportent pas de collecteur. Elles

sont raccordées directement aux vannes sphériques d'entrée aux turbines par l'intermédiaire de cônes.

b) USINE PROPREMENT DITE :

Elle comprend essentiellement un bâtiment en béton armé de 50 mètres de long, de 18 mètres de large et de 30 mètres de haut dans la salle des machines. Ce bâtiment abrite les deux groupes principaux distants de 13,50 m d'axe en axe, et constitués chacun par une turbine Francis et un alternateur à axe vertical. La puissance unitaire de ces groupes s'élève à 46.000 kW.

En service, les turbines, d'une puissance de 65.000 ch, tournent à une vitesse de 427 t/mn sous une hauteur

tuées à l'irrigation. Pour assurer une compensation partielle des débits reçus en aval de l'usine et, en outre, pour éviter la propagation dans les canaux de perturbations résultant de variations de charge, il a été prévu un bassin de compensation d'une superficie de 2 ha, retenant un volume d'eau d'environ 25.000 m³.

III. — CANAUX D'IRRIGATION DE LA PLAINE DE BENI-MOUSSA

L'ossature maîtresse du réseau d'irrigation comprend deux branches principales desservant, l'une,

Centrale et départ des canaux.

de chute moyenne de 228 m et absorbent un débit de 24 m³/s.

Ce bâtiment abrite, en outre, deux groupes auxiliaires, à axe horizontal, composés chacun d'une turbine Pelton de 690 ch et d'un alternateur 600 kVA, tournant à une vitesse de 750 t/mn en absorbant un débit de 2.750 l/mn.

La production annuelle de l'usine sera de l'ordre de 350 millions de kilowatts-heure.

c) BASSIN DE COMPENSATION :

Les eaux « turbinées » à Afourer sont ensuite resti-

tuées à l'irrigation. Pour assurer une compensation partielle des débits reçus en aval de l'usine et, en outre, pour éviter la propagation dans les canaux de perturbations résultant de variations de charge, il a été prévu un bassin de compensation d'une superficie de 2 ha, retenant un volume d'eau d'environ 25.000 m³.

La branche Est porte le nom de « Canal D » ; il a 33 km de long, une largeur de 12 à 16 m entre berges et un débit maximum de 16 m³/s.

La branche Ouest comprend plusieurs parties. D'abord le « Canal GM », long de 8,400 km, large de 16 m et profond de 4,50 m. Il est prolongé jusqu'à l'ouvrage de restitution sur l'Oued Oum-er-Rbia par deux nouveaux tronçons :

Canal « G.M. », canal coursier, canal de fuite (branche Ouest).

- le « Canal Coursier », d'une longueur de 12 km, d'une largeur de 12 m et d'une profondeur de 2 à 2,50 m;
- Le « Canal de Fuite », d'une longueur de 5 km, d'une largeur de 25 m et d'une profondeur de 2 m.

Ce premier réseau, actuellement réalisé, sera complété ultérieurement par deux canaux sensiblement orientés est-ouest.

- le « Canal G » qui aura 48 km de long, aura un débit de $32 \text{ m}^3/\text{s}$ et desservira 29.000 ha dans la partie Sud des Béni-Moussa;
- le « Canal M », qui, branché sur le réseau actuel, en desservira la partie Nord.

Un ouvrage de restitution, type « saut de ski », projettera au milieu de l'Oued Oum-er-Rbia, pour éviter les affouillements, l'excédent d'eau non utilisé pour l'irrigation.

Une conséquence heureuse et fortuite de cette organisation générale est à noter : le degré de salinité des eaux de l'Oued Oum-er-Rbia, assez élevé en période sèche, se trouvera abaissé dans de notables propor-

tions par cet apport des eaux de l'Oued El Abid.

Pour éviter les pertes d'eau par le sol, qui auraient été considérables, les canaux principaux ont été revêtus d'une dalle en béton de 10 cm d'épaisseur. Dans une région où l'on craignait les sous-pressions et dans une autre où l'on craignait des gonflements argileux dangereux, au total sur une longueur d'environ 3 km, la dalle a été armée et son épaisseur portée à 12 cm.

Des joints longitudinaux, au tiers de l'épaisseur, ont été ménagés de part et d'autre du plafond et sur les talus. Le nombre de ceux ménagés sur les talus est variable et dépend de la largeur de ces derniers.

Des joints transversaux ont également été prévus tous les 4 mètres.

Ce réseau de joints a été rempli de « mastic filler », produit visqueux, mis en œuvre à l'aide d'une pompe donnant une pression de 70 kg/cm^2 .

Cette armature principale, d'ailleurs pourvue des ouvrages de chute rendus nécessaires par la pente du terrain, est complétée par un réseau de canaux secondaires et tertiaires en béton, fabriqués en usine, et portés par des appuis également en béton.

Après filtration, les eaux d'irrigation seront reprises par un système de drains et conduites à l'Oued Oum-er-Rbia.

IV — EXÉCUTION DES TRAVAUX

Tous les travaux de génie civil ont été confiés au Groupe OSSUDE et représentent une somme de 4 milliards de francs.

Ils comprennent essentiellement :

- le creusement des canaux;
- le revêtement des canaux;

- la construction de ponts et de passerelles au-dessus des canaux;
- la construction de cités, bâties en moellons, avec douches et réfrigérateurs, pour cadres et ouvriers des chantiers;
- la construction de deux villages, avec souks et mosquée, pour le recasement des cultivateurs marocains expropriés avant la mise en eau du barrage de Bin-el-Ouidane;
- la construction de la centrale d'Alfourer avec ses dépendances.

Le creusement des canaux s'est effectué au moyen de pelles mécaniques Koehring équipées en draglines. L'entreprise disposait sur le chantier de 3 pelles 605 de 1.200 litres de capacité de godet et de 3 pelles 304 de 750 litres. Ces engins ont reçu différents équipements suivant les nécessités du moment.

Au cours de ces travaux de terrassement, on a rencontré des croûtes calcaires plus ou moins épaisses qu'il a fallu désagréger à l'explosif. L'air comprimé nécessaire aux marteaux pneumatiques, pour la perforation des trous de mine, était fourni par 5 compresseurs HK 500 Ingersoll Rand, 3 compresseurs Flottmann et 5 compresseurs Broomwade.

Après le creusement des canaux et partout où ces derniers n'étaient pas entièrement en déblai, des digues en terre compactée ont été établies pour conserver aux canaux le profil reconnu nécessaire. Ces digues ont une épaisseur de 3 m et de 9 m.

Pour les travaux d'établissement des digues, l'entreprise disposait de 6 tracteurs D8 Caterpillar de 150 ch, de 10 rouleaux pied de mouton Le Tourneau, de 6 citernes à eau et de 2 niveleuses Caterpillar.

Le bâtiment de l'usine et le bassin de compensation, situés au pied de l'Atlas, ont nécessité l'extraction d'un cube important de rocher. Ces travaux ont été exécutés par des méthodes classiques.

**

Le revêtement des canaux présente beaucoup d'intérêt car il a été exécuté à l'aide de machines spécialement conçues pour ce travail.

Deux trains de machines ont été utilisés, chaque train comprenant :

- une taluteuse,
- une bétonneuse,
- une coupeuse de joints,
- une finisseuse.

Chaque machine est constituée d'une ossature métallique épousant le profil du canal à revêtir et est supportée par des châssis formant boogie. Une passerelle, située à la partie supérieure, porte tous les appareils nécessaires à son fonctionnement. Sur chaque berge est posée une voie ferrée sur laquelle progressent simultanément les quatre machines.

Un dispositif spécial règle automatiquement, à quel-

Canal « D » (branche Est).

1

2

3

4

5

6

1. Taluteuse.
2. Taluteuse.
3. Pose du treillis Gantois dans la zone très argileuse.
4. Taluteuse.
- 5 et 6. Pose du treillis Gantois dans la zone très argileuse.

1

2

3

1. Bétonneuse.
2. Alimentation de la bétonneuse par le Paver.
3. Machine coupant les joints transversaux.
4. Paver 34 E. Kochring à double tambour.
5. Vue arrière de la bétonneuse avec équipes qui achèvent les joints longitudinaux.
6. Machine à passer le mastic et le curing-compound.

4

6

5

Chantier de corroyage.
sur le canal G.M. (section rocheuse).

Canal coursier :

Au 1^{er} plan, la taluteuse;
au 2^e plan, les autres machines.

ques millimètres près, le nivellement et le bétonnage.

Le premier engin est la taluteuse qui règle les parois.

Derrière la taluteuse vient la bétonneuse. Cette machine est munie de goulottes, réparties sur tout le profil, et d'un dispositif de lissage du béton. Un système de couteaux ménage les joints longitudinaux qui seront ensuite parfaits à la main.

Le béton est préparé dans une bétonnière mobile sur chenilles, du type 34 E Koehring, à double tambour et munie d'un bras orientable sur lequel se déplace un godet.

La coupeuse de joints, qui porte à sa partie inférieure des couteaux à lame vibrante pouvant être montés ou descendus, sert à découper les joints transversaux.

Enfin, la finisseuse, dernier élément du train, est une sorte de pont, réglable dans le sens vertical au moyen de vérins montés sur boogies, et qui porte tous les appareils destinés à la finition complète de la dalle. C'est de la finisseuse que l'on applique le « mastic filler » ainsi que le « curing compound » pulvérisé sur toute

Bétonneuse vue de l'avant.
Train de machines.

Batardeau de mise en eau provisoire
pour les mesures d'étanchéité.

Vannes Neyrpic.

Prise secondaire.

la surface du béton et dont l'effet est d'empêcher toute évaporation de l'eau de prise.

Les 4 machines sont automotrices.

Indépendamment des 2 trains de machines et des 2 pavers 34 E Koehring, le chantier de revêtement disposait de 12 camions de 8 à 25 tonnes, de 6 camions de 4 tonnes, de 6 tracteurs « Autocar » et de voitures légères.

Vannes Neyrpic.

Vannes Neyrpic.

Deux stations de dosage et une installation de concassage-criblage-lavage complétaient l'équipement.

Sur certaines parties de leur parcours, les canaux ont dû, nous l'avons vu, être exécutés en béton armé. Or, pour ne pas ralentir la vitesse d'avancement des machines qui exécutaient le revêtement, on retint le principe d'armatures soudées, dont la mise en place est très rapide et qui permettent d'éviter l'exécution d'un nombre très important de ligatures.

Le choix se porta sur un grillage soudé Gantois, de maille 250 X 250 et constitué par du fil d'acier de 3,9 mm. Présentée sous forme de rouleaux triples de

75 m de longueur, cette armature était débitée sur place en panneaux correspondant à la longueur d'une section de canal, et mise en place par une main-d'œuvre réduite.

L'avancement horaire du travail fut ainsi en moyenne de 30 m et l'emploi des 13.000 m² d'armatures soudées permit de faire l'économie de 325.000 ligatures.

V. — CONCLUSION

La plaine des Béni-Moussa semble plus fertile encore que celle des Béni-Amir. L'irrigation transformera

Et c'est ainsi que chaque année voit la réalisation d'une partie ou d'une autre du vaste plan d'équipe-

Canal coursier en cours de bétonnage.

en peu de temps la physionomie de cette région brûlée par le vent. Indépendamment du blé, de l'orge, du maïs et des légumineuses, il est certain que de riches cultures pourront y être faites, en particulier celle des agrumes. Sur cette terre déshéritée, d'une superficie d'environ 100.000 ha, l'eau aura créé la richesse.

Par ailleurs, les lignes à haute tension apporteront à l'industrie des grands centres l'énergie électrique qui est aussi une inappréciable source de mieux-être.

ment conçu par la France. Celle-ci sait fort bien d'ailleurs que ce plan n'est pour elle qu'un ordre d'urgence, que sa tâche ne sera pas terminée, et qu'elle continuera à faire bénéficier les états associés de sa culture et des applications bienfaisantes de la science.

A. LARUELLE,

Société anonyme Ossude, Paris.