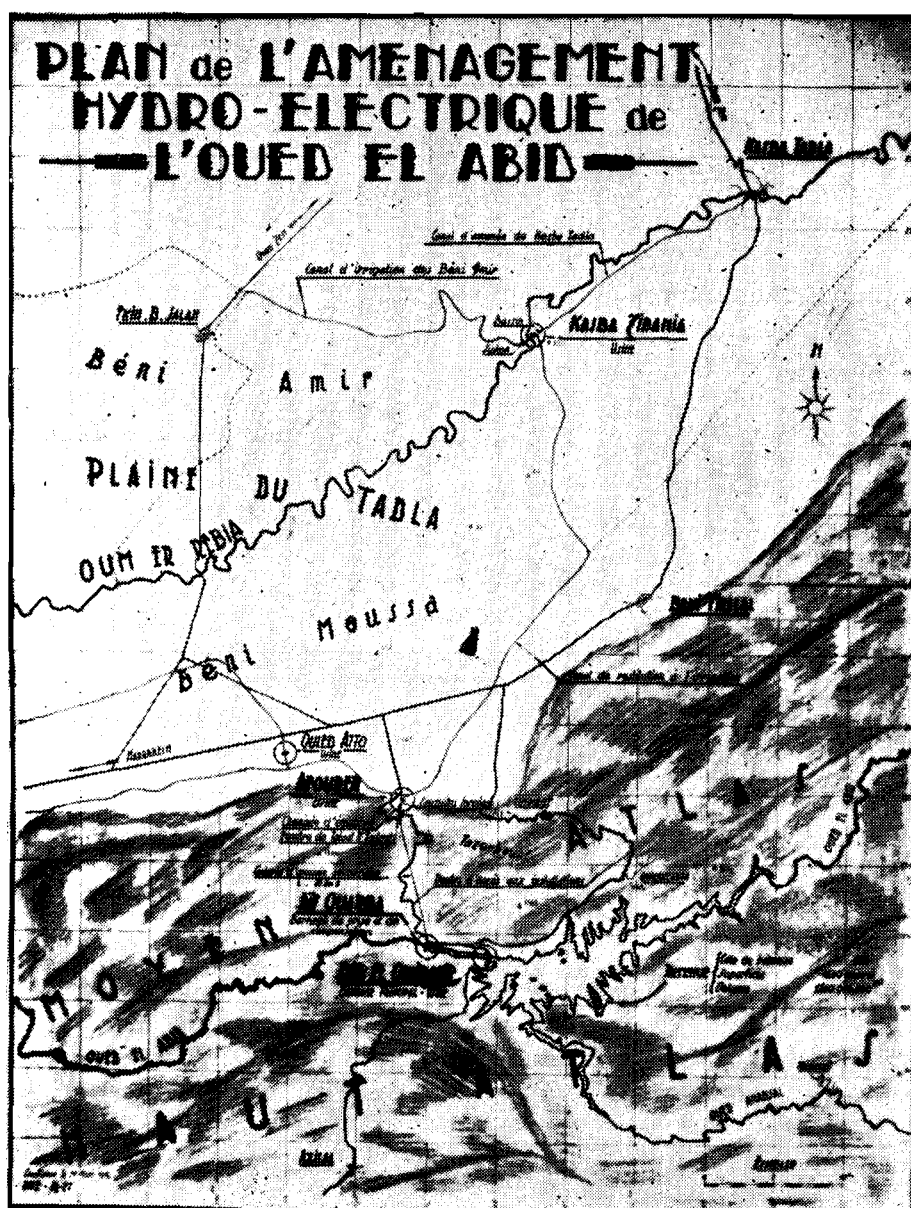




effort sur cet aménagement (équipé avec un groupe provisoire) et sur des compléments thermiques renforçant les possibilités de la centrale des Roches-Noires. Les dispositions prises lui avaient permis, aux prix de très sérieuses difficultés, de porter la production à 220 millions de kilowattheures, en 1945.

Il s'agissait ensuite, dès la fin des hostilités, de rattraper les retards dus à la guerre et de faire face à une progression exceptionnellement rapide de la demande.

C'est ainsi qu'ont été poursuivis les travaux concernant :

- la terminaison d'Im-Fout, mis en service, avec ses groupes définitifs, à partir de 1948 (30.000 kilowatts) ;
- la centrale Diésel de Petitjean, mise en service en 1947 ;

— la centrale hydro-électrique de Daourat, mise en service en 1950 ;

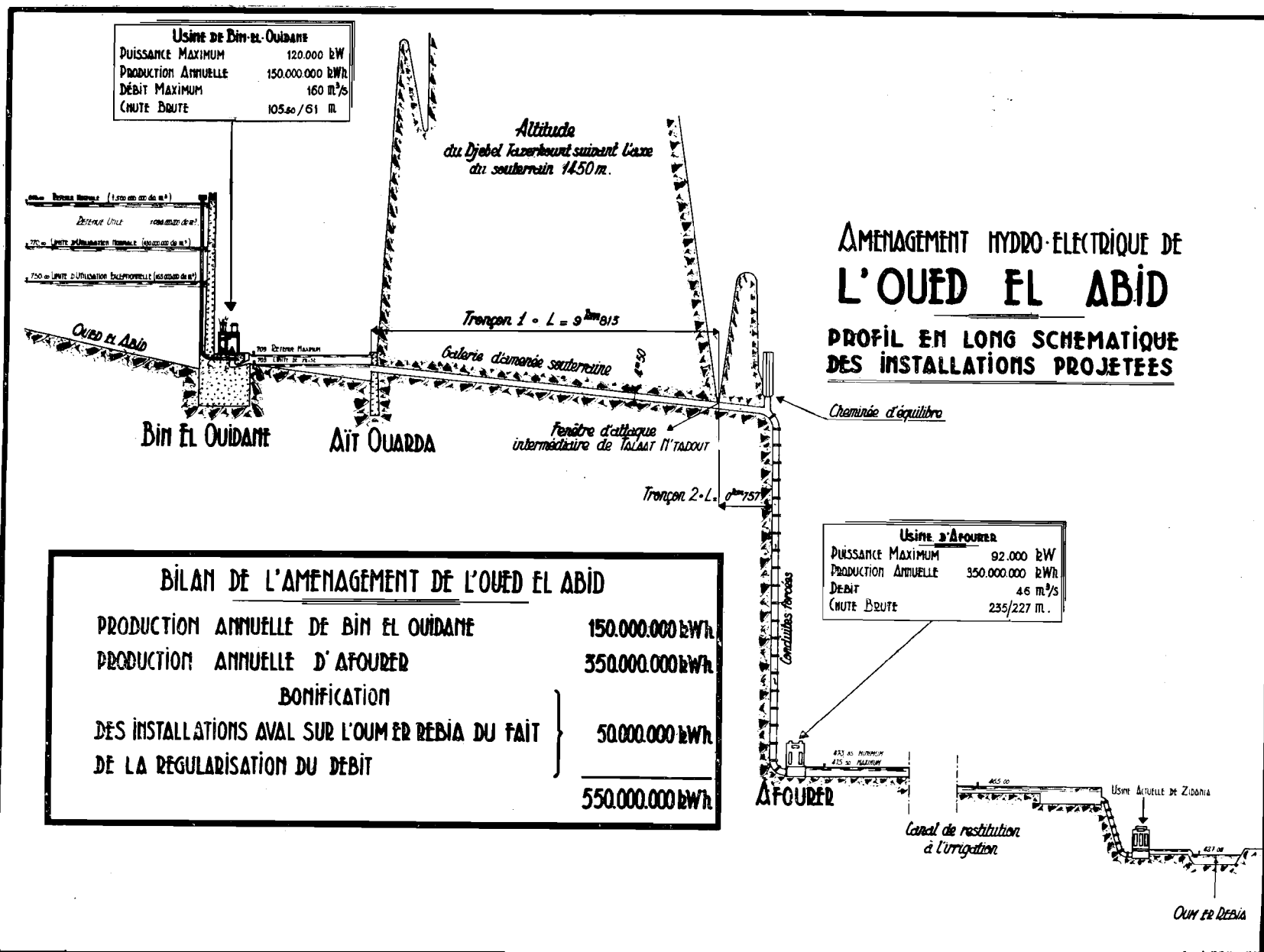
— l'installation de nouveaux groupes vapeur à la centrale d'Oujda, dont la puissance a été progressivement accrue ;

— la nouvelle centrale des Roches-Noires (30 mille kilowatts) qui interviendra à partir de fin 1951 ;

— l'aménagement hydro-électrique de l'Oued-el-Abid (120.000 kilowatts) destiné à constituer l'élément de base de la production marocaine et auquel sera spécialement consacré cet article ;

— le réseau d'interconnexion à 150 kilovolts et le poste de Tit Mellil, utilisé à partir de 1949.

Grâce à l'intervention successive des moyens de production ci-dessus, l'énergie électrique du Maroc a pu combler le retard résultant de la



guerre et sa production a atteint, en 1950, un chiffre approchant de 500 millions de kilowatt-heures, soit plus de trois fois la production d'avant-guerre.

L'Oued-el-Abid doit apporter une possibilité nouvelle de plus de 500 millions de kilowatt-heures. Si l'on rapproche ce chiffre de celui de la production actuelle, on voit l'importance de l'appoint, qui permettra un nouveau bond en avant de l'économie du Maroc.

*
**

I. — GENERALITES

SUR L'EQUIPEMENT DE L'OUED-EL-ABID

Le Maroc possède des cours d'eau susceptibles d'aménagements hydro-électriques et a ainsi cherché à assurer, avec des moyens hydrauliques, sa production de base en énergie électrique.

Il faut cependant noter que ces cours d'eau sont à débit très irrégulier et qu'il n'y a pas possibilité d'utiliser des chutes en haute montagne.

Au début de son équipement, le Maroc n'a pu effectuer des travaux que dans des régions

où l'ordre régnait, près de la côte, et il a dû se borner à réaliser, à cette époque, des barrages au fil de l'eau avec des retenues très faibles.

La situation s'était totalement modifiée lorsqu'il fallut prendre une décision sur l'aménagement important qui interviendrait après ceux d'Im-Fout (3) et de Daourat (4). Plusieurs pos-

(3) L'aménagement d'Im-Fout, sur le cours de l'Oum-er-Rebia, est situé en aval du pont de Mechra Ben Abbou, à 390 kms de la source du fleuve et à 160 kms de son embouchure.

Le barrage, retardé par la guerre, a été mis en eau en mai 1944. Il est du type poids ; sa longueur, au niveau des fondations, est de 94 mètres, et, au couronnement, qui constitue un passage routier avec chaussée de 3 mètres et trottoirs, elle est de 200 mètres. La largeur est de 46 mètres au niveau des fondations. La retenue d'eau est de 83 millions de mètres cubes.

L'éventualité de surélévation du barrage de 33 mètres a été envisagée, ce qui porterait la retenue à 1,5 milliards de mètres cubes.

L'équipement de l'usine définitive comprend deux groupes de 18.000 kva chacun ; le premier a été mis en service en décembre 1947, le second en mai 1949. La production des deux groupes en année d'hydraulicité moyenne est évaluée à environ 130 millions de kwh.

La possibilité d'installer un troisième groupe, de même puissance, à l'amont des deux premiers a été réservée.

(4) L'aménagement de Daourat, sur le cours de l'Oum-er-Rebia inférieur, est situé à 50 kms en aval d'Im-Fout et à 60 kms en amont de Si Saïd Machou.

L'exécution des travaux a commencé en décembre 1945.

Il comportent un barrage poids de 30 mètres de haut, fondations comprises, relevant le plan d'eau de 21 mètres au-dessus du niveau d'étiage. La retenue, créée par le barrage, est estimée à 24 millions de mètres cubes.

Dans le prolongement du barrage se trouve l'usine, située sur la rive droite, équipée de deux groupes de 8.500 kw chacun, soit 17.000 kw, permettant d'usiner 100 mètres cubes-secondes sous 21 mètres de chute environ.



Bin el Ouidane. — Vue d'ensemble de la gorge en regardant vers l'aval
A gauche, encastrement du barrage, circulaire des blondins. Au fond, cité de Bin el Ouidane

sibilités s'offraient, en tenant compte des résultats des études faites dans l'ensemble du Maroc, et plus spécialement sur le Haut-Sebou, l'Oum-er-Rebia et l'Oued-el-Abid.

Le choix s'est porté sur l'équipement de l'Oued-el-Abid, qui présente des possibilités de régularisation et de production d'énergie remarquables, et qui permet, en outre, le développement d'un important programme d'irrigation.

L'Oued-el-Abid a, en effet, des caractéristiques générales particulièrement séduisantes. Descendant du Haut-Atlas, il draine des sommets atteignant des cotes comprises entre 3.000 et 4.000 mètres et bénéficie, ainsi, d'un appoint assez régulier de fonte de neige.

A *Bin-el-Ouidane*, confluent de l'Oued Ahan-sal, le bassin versant est de 6.400 km². L'Oued quitte en ce point la cuvette de grès rouge de Ouaouizerth, pour pénétrer dans des gorges calcaires, constituant un resserrement propice à l'établissement d'une vaste retenue.

A l'aval de cet emplacement, l'Oued coule parallèlement au lit de l'Oum-er-Rebia, à une distance horizontale d'une dizaine de kilomètres de la plaine des Beni-Moussa, et à 225 mètres au-dessus de celle-ci, dont il est séparé par le massif du Tazerkount.

Cette plaine constitue un glacis à faible pente bordant l'Oum-er-Rebia sur sa rive gauche, sur 70 kilomètres de longueur et 15 kilomètres de largeur.

D'où la conception générale de l'utilisation de l'Oued-el-Abid, qui comprendra deux aménagements :

1° *Bin-el-Ouidane* :

A *Bin-el-Ouidane* un grand barrage relèvera le plan d'eau de 107 mètres, et assurera une accumulation de 1,5 milliard de mètres cubes, valeur non encore atteinte, à notre connaissance, dans d'autres barrages d'Europe.

Une usine, établie au pied du barrage, assurera une production moyenne de 150 millions de kilowattheures environ.

2° *Aït-Ouarda — Afourer* :

Quelques kilomètres à l'aval de *Bin-el-Ouidane*, un barrage de prise et de compensation dérivera les eaux dans une galerie de 10,500 kms de longueur qui traversera la montagne du Tazerkount.

Les eaux, ainsi amenées sur le flanc nord de cette montagne, seront turbinées, avec une chute de 225 mètres, par l'usine d'Afourer qui produira annuellement 350 millions de kilowattheures.

L'énergie, produite par ces usines, utilisant une chute de 335 mètres, soit au total 500 millions de kilowattheures, sera évacuée par des lignes 150.000 volts, joignant Afourer avec Casablanca (poste de Tit-Mellil), d'une part, et Fès-Oujda, d'autre part.

Après passage par l'usine d'Afourer, les eaux seront restituées dans les canaux d'irrigation qui s'étendront en direction de l'est et de l'ouest, et permettront l'irrigation d'une zone de 90.000 ha. dans les Beni-Amir et de 25.000 ha. dans la plaine d'El-Kelaa des Srarhna.

**

II. — DESCRIPTION DES OUVRAGES

1° *Barrage et usine de Bin-el-Ouidane* :

La possibilité de constituer une vaste réserve à *Bin-el-Ouidane* a été utilisée jusqu'à la limite de hauteur, déterminée, à la fois, par les conditions techniques d'appui de l'ouvrage et par les aspects économiques du projet.

L'Oued étant en étiage à la cote 703,00, la cote maximum de la retenue a été fixée à 810,00 le barrage relevant le plan d'eau de 107 mètres.

La retenue atteint un volume de 1 milliard 500.000.000 de mètres cubes, dont 1 milliard 100.000.000 pour la tranche utilisable entre 810,00 et 770 mètres. Ce dernier volume représente, approximativement, le volume moyen annuel des apports. Une large compensation entre les années pluvieuses et les années sèches est ainsi possible, et le jeu de la retenue permet d'assurer un débit moyen minimum d'exploitation de 25 à 26 m³/s. Il est inutile d'insister sur l'intérêt exceptionnel d'une telle régularisation qui, par son caractère quasi total, confère aux débits de l'Oued-el-Abid une valeur tout spéciale.

La cuvette de Ouaouizerth, dans laquelle s'étend la retenue est, dans son ensemble recouverte par les couches rouges de grès imperméables appartenant au crétacé. Le barrage lui-même, s'appuie sur des séries calcaires du bajocien présentant un pendage vers l'amont.

L'emplacement du barrage, avant d'être définitivement fixé, a fait l'objet d'études géologiques longues et minutieuses, qui ont intéressé toutes les zones où un emplacement pouvait être conçu et qui se sont appuyées sur les résultats donnés par l'exécution de galeries puits et sondages.

Les appuis rocheux ont des caractéristiques mécaniques satisfaisantes et il a été possible de prévoir un barrage voûte, s'insérant dans de bonnes conditions sur les deux rives, et qui représente évidemment une économie de béton considérable par rapport à un barrage poids.

Le terrain, sans avoir des circulations karstiques, doit, comme tous les terrains calcaires de ce genre, être traité spécialement pour éviter des contournements du barrage par les eaux des infiltrations de la retenue à travers les joints et diaclases du rocher.

D'une façon générale, l'étanchéité sera réalisée en reliant le béton du barrage à une couche argileuse imperméable, située sous les calcaires.



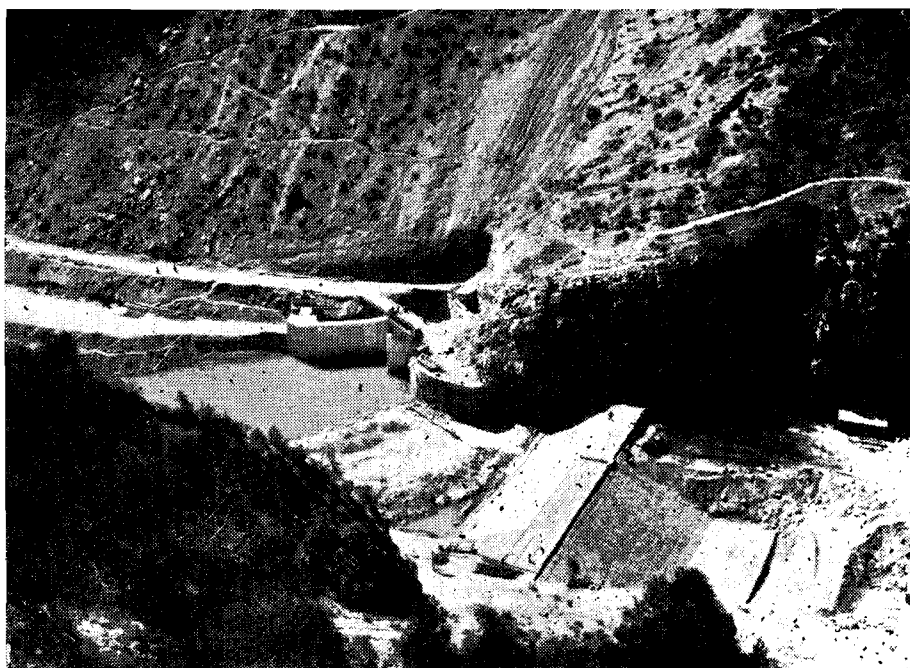
Afourer. — Vue générale d'Afourer. Cité
Fouilles de l'usine. Sur la droite, canal d'irrigation

d'appui, par une série de forages, dans lequel sera injecté, à haute pression, du ciment. On réalisera ainsi, avec les coulis de ciment, un rideau qui prolongera le barrage à travers le terrain et s'opposera au passage de l'eau. Les couches plongeant de la rive droite vers la rive gauche, il sera possible, avec le voile d'étanchéité, d'assurer la fermeture complète sur la rive droite où la couche des marnes rejoint le niveau de la retenue, à 300 mètres de l'appui supérieur. Sur la rive gauche, on se contentera de pousser le voile assez loin pour que les contournements ne puissent plus être appréciables. L'ensemble des travaux prévus représente 30.000 ml de forages et l'injection de 10 à 15.000 tonnes de ciment ou d'argile.

Une mention toute spéciale est à faire pour l'évacuateur de crues. La crue type maximum envisagée atteint 3.500 m³/s, mais, on a profité de la possibilité résultant de la surface du plan d'eau pour laminier, avec une légère surélévation (côte 811,50), la pointe de crue, le débit maximum à évacuer n'étant plus que de 2.600 m³/s.

Après avoir procédé à l'étude comparative de plusieurs solutions pour cette évacuation, on a adopté un ouvrage type « saut de ski ». Les eaux, libérées par des vannes, emprunteront d'abord un coursier bétonné jusqu'à mi-hauteur du barrage, puis seront lâchées en chute libre en direction de l'oued.

Des études particulièrement délicates, effec-



Bin el Ouidane. — Têtes amont des dérivations provisoires souterraines et batardeau amont

tuées sur modèles réduits à Grenoble et à Bin-el-Ouidane, ont déterminé les formes à donner à cet ouvrage pour que l'évacuation se fasse dans les conditions les meilleures possibles, notamment du point de vue des érosions dans le lit de l'oued.

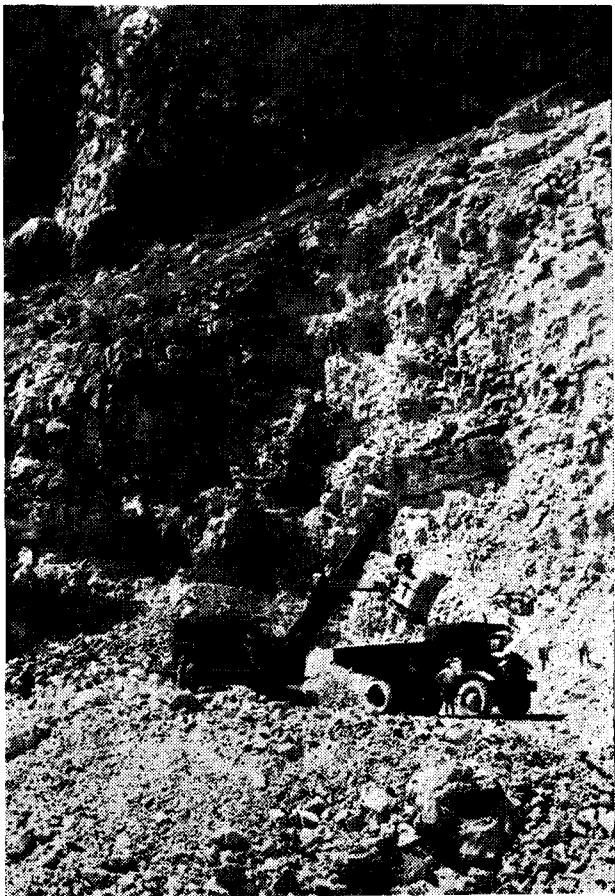
Le barrage comportera également un équipement de vannes de fond sur la rive droite.

Au pied du barrage sera placée une usine qui utilisera le relèvement du plan d'eau. Elle occupera toute la largeur de la vallée, entre les falaises calcaires. Son équipement comprendra

3 groupes turbines-alternateurs à axe vertical d'une puissance de 40.000 kilowatts, alimentés chacun, par une prise munie de grilles et vannes et une conduite forcée métallique de 3,80 mètres de diamètre. Chaque groupe sera associé à un transformateur élevant la tension à 150.000 volts et à une ligne de transport à cette tension joignant Bin-el-Ouidane et Afourer. L'usine aura bien entendu, son tableau de commande, mais il est prévu que la commande des groupes de Bin-el-Ouidane pourra également être réalisée depuis Afourer, nœud principal d'interconnexion du réseau 150.000 volts.

Nous donnons ci-dessous un tableau résumant les caractéristiques essentielles de la retenue et des ouvrages :

Hydrologie :	
— Bassin versant	6.400 km ²
— Apport annuel moyen	1.000.000.000 de m ³
Retenue :	
— Cote de l'oued à l'étiage	703.000
— Cote maximum de la retenue	810.000
— Cote minimum de la retenue	770.000
— Volume utile emmagasiné	1.100.000.000 de m ³
Barrage :	
— Hauteur au-dessus des fondations	135 mètres
— Longueur en crête	260 mètres
— Volume de béton (y compris le socle de l'usine)	450.000 m ³
Usine :	
— 3 groupes principaux de 40.000 kva à axe vertical,	
— 2 groupes auxiliaires de 400 kilowatts,	
— Hauteur de chute brute comprise entre 105,50 et 61 mètres,	
— Production moyenne annuelle : 150 millions de kilowattheures.	



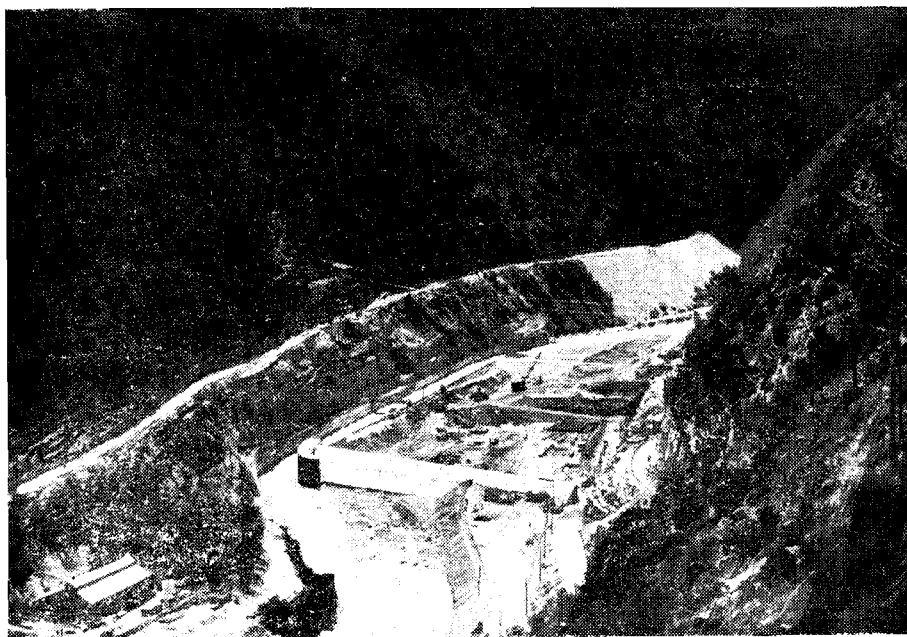
Bin el Ouidane
Terrassements de l'ancrage rive gauche
Chargement à la pelle mécanique sur camion Euclid

2° Aménagement d'Aït-Ouarda — Afourer :

a) Barrage d'Aït-Ouarda.

L'usine de Bin-el-Ouidane restituera directement l'eau turbinée dans la retenue du barrage d'Aït-Ouarda.

L'emplacement et la hauteur de ce barrage ont été choisis de telle sorte que l'accumulation corresponde aux besoins de compensation nécessaire entre l'usine amont de Bin-el-Ouidane, équipée en pointe à 160 m³/s, et l'usine aval d'Afourer, équipée avec 46 m³/s.

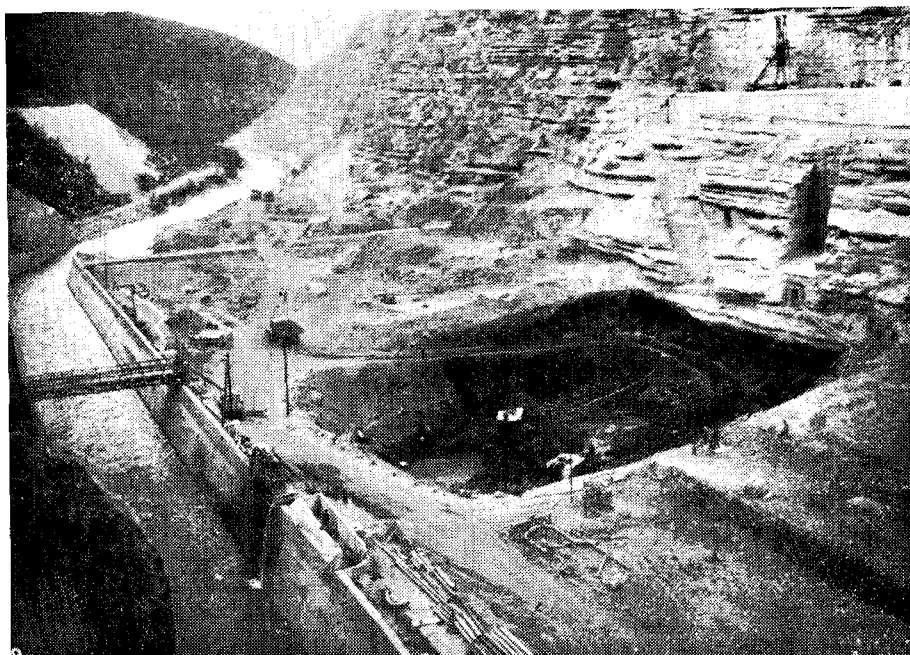


Aït Ouarda. — Vue d'ensemble du chantier prise de l'amont

Cinq emplacements ont été prospectés successivement dans les couches marno-calcaires du domérien, situées géologiquement au-dessous des calcaires du barrage de Bin-el-Ouidane, et dans lesquelles se développe l'oued pendant plusieurs kilomètres de la vallée, à l'aval de Bin-el-Ouidane. L'emplacement retenu à Aït-Ouarda présente des couches horizontales régulières qui se prêtent à un appui convenable et qui ne posent pas de problèmes d'étanchéité impor-

ants. Sa proximité de Bin-el-Ouidane (3 kms à l'aval) a simplifié le problème des accès.

Le marnage de la retenue d'Aït-Ouarda est de 6 mètres, de la cote 703.00 à la cote 709.00, l'oued étant à 688.00. L'ouvrage à réaliser sera un barrage voûte mince, à épaisseur uniforme, égale à 5 mètres. Sa hauteur totale sera de 43 mètres, si l'on tient compte des 20 mètres d'alluvions sous lesquels, comme à Bin-el-Oui-



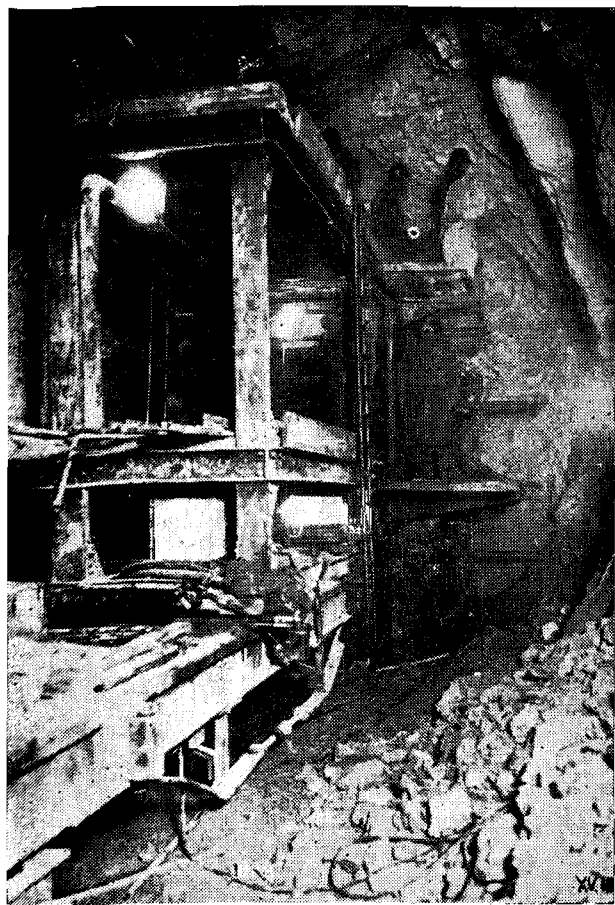
Aït Ouarda. — Vue générale des fouilles du barrage et de la prise d'eau : prise de l'aval
A gauche, dérivation provisoire aérienne

dane, il faut aller chercher les fondations de l'ouvrage. Le barrage est muni de vannes, logées, partie dans la zone basse au niveau de l'oued (vannes levantes) permettant l'évacuation des graviers, partie dans la zone haute (vannes à segment automatiques). L'ensemble des débits évacuables est, comme à Bin-el-Ouidane, de 2.500 m³/s.

b) *Galerie d'Aït-Ouarda — Afourer.*

A partir du barrage d'Aït-Ouarda, l'eau sera dérivée dans un tunnel de 10,500 kms, qui l'amènera sur le versant, côté Tadla, de la montagne du Tazerkount et pourra débiter 48 m³/s.

Ce n'est qu'à 700 mètres de l'extrémité de ce souterrain que les conditions topographiques ont permis l'établissement d'une fenêtre, et le souterrain ne comporte ainsi que 2 tronçons, l'un de 9,800 kms (At-Ouarda — Talaat n'Tadout), l'autre de 0,750 km (Talaat n'Tadout — Cheminée).



Souterrain d'Aït Ouarda — Afourer
Perforation au Jumbo sur front d'attaque de la galerie

Le souterrain aura 4,50 mètres de diamètre après revêtement ; il traverse des terrains de natures variées qui ont été déterminées, avant

perçement, par relevé superficiel des pendages et par un sondage profond. Les terrains, rencontrés successivement de l'amont vers l'aval, sont :

- des calcaires lités marneux de la série du barrage d'Aït-Ouarda,
- des dolomies massives du lias,
- des marnes à gypse,
- et, à nouveau, sur la zone aval, des dolomies.

Le souterrain fonctionnera en charge, de façon à donner à l'usine d'Afourer le maximum de souplesse et de lui permettre d'adapter au mieux le fonctionnement, à la demande du réseau.

La pression maximum d'eau, pour laquelle doit être établi le souterrain, varie ainsi de 16 mètres au départ à Aït-Ouarda, à 36 mètres de l'extrémité ; c'est dire que les précautions particulières de revêtement, d'injections et d'armatures doivent être prises, notamment dans les zones où le terrain n'est pas un rocher franc. Tel est le cas des parties marno-gypseuses, où l'emploi de ciment résistant aux eaux sulfatées est nécessaire et où des revêtements armés ont dû être prévus sur 2 kms.

A l'extrémité du souterrain, une cheminée d'équilibre assurera la stabilité de fonctionnement des groupes et limitera les surpressions dues aux variations de puissance appelée. Cette cheminée, cylindrique de 25 mètres de hauteur et de 30 mètres de diamètre intérieur, le niveau d'eau pouvant y osciller dans toute la limite de la hauteur du cylindre.

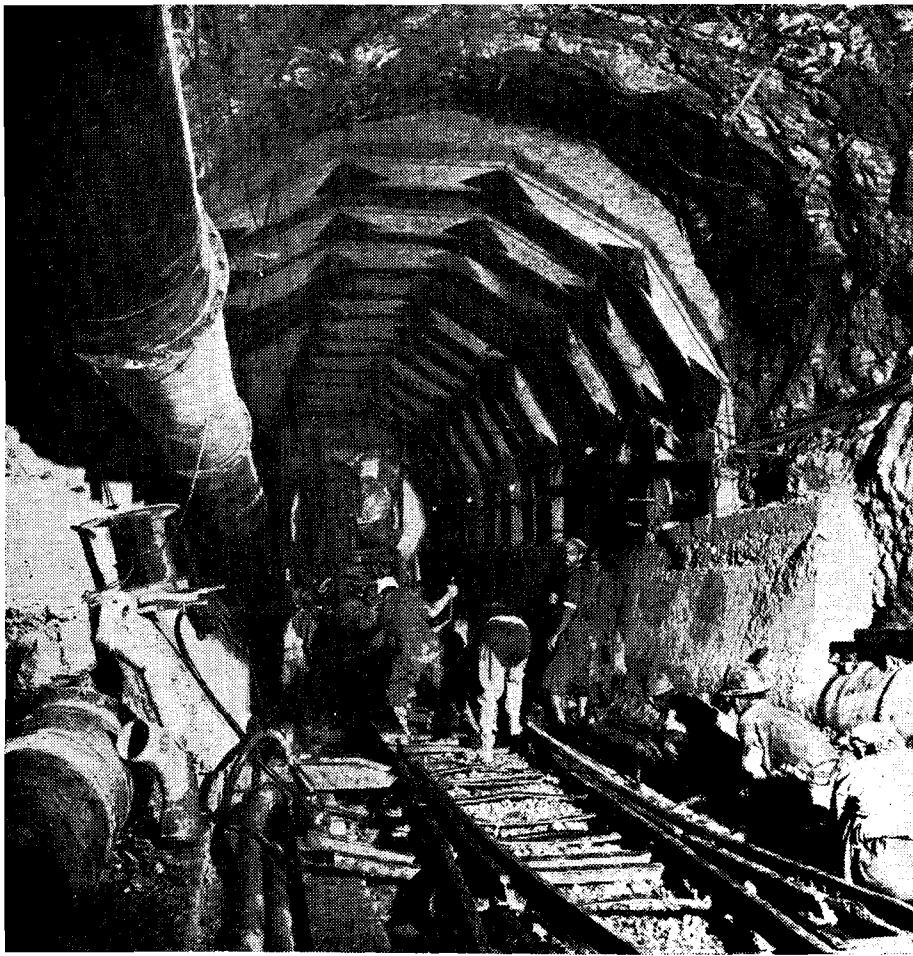
La communication entre galerie et cheminée sera pourvue d'un étranglement, destiné à réduire l'amplitude des oscillations.

c) *Conduites forcées, usine et poste.*

Au-delà prendront naissance les deux conduites forcées de 2,60 mètres de diamètre et de 565 mètres de longueur, qui alimenteront les 2 groupes de l'usine, et qui seront disposées à flanc de coteau, le long d'une pente régulière de 35 % en moyenne. Les éléments de tuyaux sont en tôle fretée par des cables. Ils reposeront sur des supports en béton et seront ancrés de distance en distance. Chaque conduite sera munie, en tête, d'une vanne papillon de garde assurant la fermeture en cas d'incident.

Une conduite de décharge, placée parallèlement aux précédentes, permettrait, en cas d'indisponibilité d'un des groupes, d'assurer la restitution à l'irrigation de 24 m³/s., et de maintenir ainsi, en toutes circonstances, le débit à assurer à l'irrigation.

Le choix de l'emplacement de l'usine, au pied de la pente et à une cote précise, a été déterminé par les conditions que doivent remplir les eaux utilisées par l'irrigation. L'implantation de l'ouvrage, fondé sur un glacié d'éboulis de pente, a été fixée, après exécution de sondages



Souterrain d'Aït Ouarda — Afoucr
Galerie dans une zone blindée

en vue du choix d'une zone de bonne cimentation des conglomérats.

L'usine sera équipée de deux groupes turbines-alternateurs à axe vertical de 46.000 kilowatts chacun ; les efforts transmis par le pivot et la carcasse de l'alternateur seront reportés sur un cuvelage métallique, qui reposera, lui-même, sur la bêche de la turbine. Les turbines comporteront des déchargeurs.

Les alternateurs seront associés, chacun, à un transformateur de 52.000 kva., élevant, comme à Bin-el-Ouidane, la tension à 150.000 volts, et placés dans le poste, situé à 50 mètres à l'ouest de l'usine. Les liaisons, entre transformateurs et alternateurs, auront lieu par barres logées dans une galerie.

Les transformateurs seront connectés à 2 jeux de barres, reliés, eux-mêmes, aux diverses arrivées de lignes 150.000 volts, en direction de Bin-el-Ouidane, Tit-Mellil, Fès, etc... Le poste

comportera, en annexe, une partie 60.000 volts et une partie 22.000 volts.

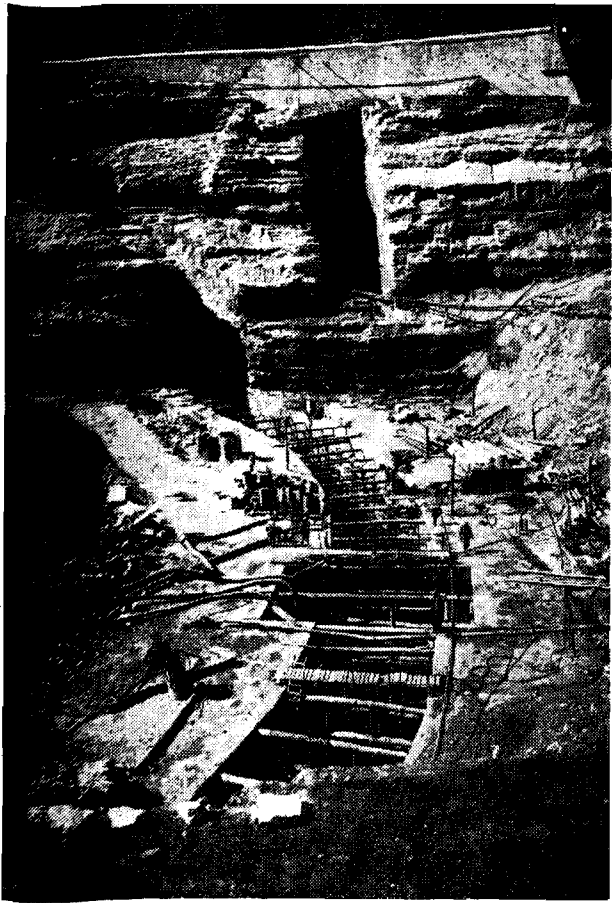
La commande de l'usine et du poste s'effectuera depuis une même salle des tableaux, située dans un local adjacent à la salle des machines, et avec laquelle il communiquera directement. Ainsi que nous l'avons vu précédemment, la commande de l'usine de Bin-el-Ouidane pourra aussi être effectuée depuis ce tableau.

A la sortie des aspirateurs des turbines, les eaux passeront dans un bassin alimentant à ses deux extrémités, est et ouest, deux canaux d'irrigation. Des dispositions ont été prises pour pouvoir disposer d'un certain volume d'emmagasinement dans les canaux et dissocier, dans une certaine mesure, le fonctionnement irrégulier de l'usine et le régime continu d'alimentation des canaux.

Les surfaces à irriguer atteindront 90.000 ha. dans la plaine de Beni-Moussa.

Nous donnons ci-dessous quelques chiffres caractéristiques se rapportant à l'aménagement d'Aït-Ouarda-Afourer.

Barrage route d'Aït-Ouarda :	
— Volume utile de la retenue entre 703.00 et 709.00	2.500.000 m3
— Rayon de la voûte	60 m.
— Hauteur au-dessus des fondations	43 m.
— Développement en crête	120 m.
— Epaisseur constante de la voûte	5 m.
— Volume en béton à mettre en œuvre	22.000 m3
— Equipement avec :	
— 5 vannes segment de	7,50 m. × 10 m.
— 3 vannes de fond de	4 m. × 4 m.
Galerie d'Aït-Ouarda - Afourer :	
— Diamètre intérieur après revêtement	4.50 m.
— Longueur	10.750 m.
en deux tronçons ayant respectivement :	
9.813 mètres et	
757 mètres	
Cheminée d'équilibre :	
— Diamètre constant	30 m.
— Hauteur de la capacité à diamètre constant	25 m.
Conduites :	
— Conduites forcées : diamètre	2.60 m.
longueur	565 m.
pression de service maximum	240 m.
— Conduite de décharge — diamètre	1.50 m.



Aït Ouarda
Vue générale prise de la rive gauche des fouilles en talus
et des fouilles blindées du barrage
A la partie supérieure, terrassements de la prise d'eau
et circulaire du blondin mobile

Usine :

- 2 groupes turbines-alternateurs de 46.000 kw à 8.500 volts,
- 2 groupes auxiliaires Pelton de 500 kilowatts,
- Production annuelle : 350.000.000 de kilowattheures.

Poste :

- 2 transformateurs triphasés de 52.000 kva — 85.000/150.000 volts.
- 10 arrivées de lignes 150.000 volts.

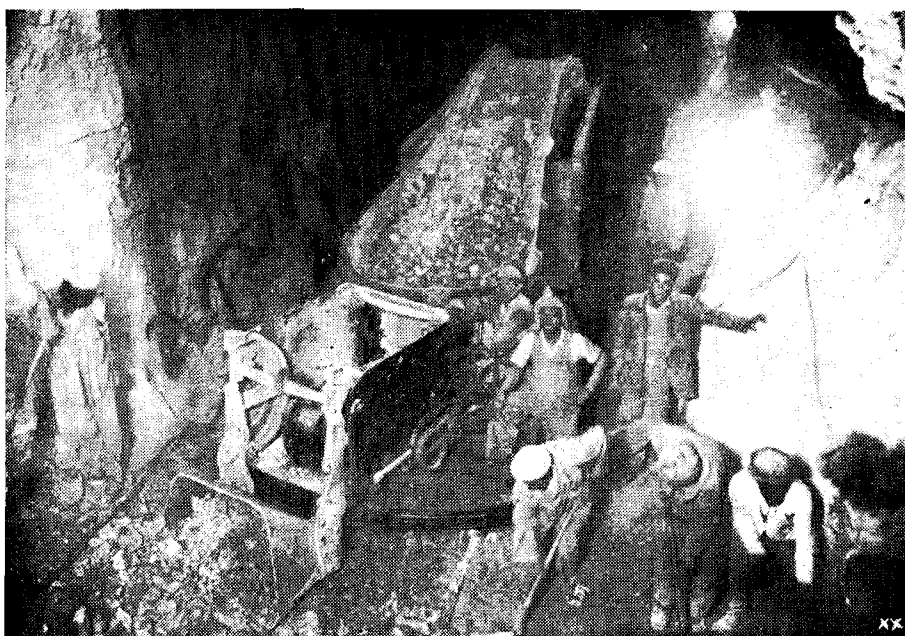
**

III. — EXECUTION DES TRAVAUX

Les travaux n'ont pu être poussés avec efficacité qu'à partir de 1946, le manque de moyens empêchant tout essor important avant cette date. Encore la pénurie de matériaux et de matériel spécial, les difficultés de transport, etc..., se sont-elles fait sentir bien au-delà de cette date et ont-elles continué à apporter, jusqu'en 1948, une gêne véritable dans l'évolution des travaux.

1° Travaux préparatoires :

Les travaux préparatoires, routes, cités d'habitation, alimentation en énergie, etc..., ont eu une part extrêmement importante sur ces chantiers, situés à 300 kms de Casablanca et complètement isolés à l'origine. Nous indiquerons tout d'abord les grandes lignes de ces travaux.



• Souterrain d'Aït Ouarda — Afourer
Chargement mécanique en souterrain

Routes.

L'axe principal de circulation est constitué par une route de 35 kms de longueur qui joint la route 24, Béni-Mellal-Marrakech, à Bin-el-Ouidane. Cette route, qui doit donner passage aux transports de ciment (200.000 tonnes), au matériel et aux matériaux du chantier, au matériel définitif de l'aménagement (certaines pièces atteindront un poids de 100 tonnes), a dû être établie dans de bonnes conditions de largeur (5 à 6 mètres de chaussée), de virage, de pente (7,5 % maximum) et de revêtement. Le tracé se situe généralement en terrain rocheux et difficile. L'ensemble des travaux de terrassement a été effectué avec perforation au marteau pneumatique, l'air comprimé étant fourni par des groupes compresseurs mobiles. La route a été ouverte à la circulation, sur toute sa longueur, en 1948. Il a fallu, en outre prévoir le raccordement des communications entre Ouaoizerth et Azilal, la piste joignant ces 2 centres devant être coupée par la retenue. Il a fallu, enfin, desservir les installations de chantier, les cités de chacun des centres de Bin-el-Ouidane, Aït-Ouarda, Talaat n'Tadout et Afourer. C'est ainsi un total de 60 kilomètres de routes diverses qui ont été créées et qui sont toutes, maintenant, en service.

Cités.

L'ensemble des divers chantiers occupe actuellement :

- 650 agents européens ;
- 3.000 ouvriers marocains.

La population européenne totale, vivant sur les chantiers, s'élève à 2.150 personnes. On voit l'effort de construction qu'il a fallu réaliser pour équiper les diverses cités en logements, cantines, centre de ravitaillement, infirmerie, poste, école, service de police, adduction d'eau, etc...

Quatre cités principales ont été édifiées à Bin-el-Ouidane, Aït-Ouarda, Talaat n'Tadout, Afourer.

Le mode de construction a été variable en fonction des lieux, des matériaux dont on pouvait disposer et de la durée d'utilisation prévue. On a ainsi sur le chantier des constructions en dur, dont certaines seront utilisées par le personnel d'exploitation des centrales, et des habitations démontables en préfabriqué.

L'ensemble a été établi en cherchant à réaliser des groupements homogènes, s'harmonisant avec le site, et à donner aux travailleurs, employés sur ce chantier de longue durée, au climat particulièrement pénible, des conditions de vie normales.

Liaisons téléphoniques.

Les chantiers sont reliés au réseau P.T.T. par une ligne principale, aboutissant à Afourer, et par une ligne secondaire, desservant Bin-el-Ouidane. A partir d'Afourer, les liaisons sont assurées par dessus la montagne avec un câble hertzien connecté avec le réseau P.T.T. Les ondes courtes émises à une extrémité, suivant une direction déterminée, sont réfléchies sur des miroirs placés à des points hauts visibles entre eux et acheminées vers la station réceptrice à la façon des ondes lumineuses.

Ce dispositif, conçu et exécuté par un constructeur spécialisé français, et économisant l'établissement d'une ligne en terrain accidenté, est, à notre connaissance, la première réalisation de ce genre. Il a donné entière satisfaction et est susceptible d'une large extension pour les liaisons entre centrales.

Les différents chantiers d'Afourer, Bin-el-Ouidane, Aït-Ouarda, sont pourvus de centraux automatiques permettant des liaisons commodas de centre à centre.

Alimentation en énergie.

L'établissement des lignes électriques a été retardé par les difficultés persistantes éprouvées à se procurer les profilés nécessaires pour l'exécution des pylônes. L'énergie a donc été fournie pendant une assez longue période, soit par des compresseurs Diésel mobiles, soit par des groupes électrogènes Diésel. Une installation électrogène provisoire, équipée en groupes de 200 à 100 kva, et d'une puissance totale de 900 cv., a dû être ainsi notamment installée à Bin-el-Ouidane et a permis de réaliser la première phase des travaux.

Actuellement, tous les chantiers sont alimentés, dans des conditions normales, par une ligne haute tension 60.000 volts partant de Kasba Zidania et desservant les postes divers d'utilisation.

L'ensemble des travaux réalisés pour l'alimentation des postes représente :

- 48 kms de lignes 60.000 volts ;
- 20 kms de lignes 22.000 volts ;
- 2 postes principaux 60.000/22.000 volts, et 5.500 volts, d'une puissance totale de 6.800 kva ;
- 12 postes 22.000/B. T., d'une puissance de 6.900 kva ;
- 12 postes 5.500/B. T., d'une puissance de 2.040 kva.

Service médical.

Le service médical est dirigé par un docteur, résidant à Bin-el-Ouidane.

En chacun des centres de Bin-el-Ouidane, Aït-Ouarda et Afourer ont été établies des infirmeries, avec infirmiers européens et marocains.

L'infirmerie de Bin-el-Ouidane a été pourvue d'un poste de radio.

Les évacuations de grands malades ou blessés sont faites sur Oued-Zem ou sur Casablanca.

Transports.

Les transports ont une importance particulière, en raison notamment, du tonnage de ciment à amener à pied d'œuvre (200.000 tonnes au total, à une cadence pouvant dépasser 300 tonnes par jour).

La plus grosse partie se fait au départ de Casablanca.

D'une façon générale, les marchandises sont envoyées de Casablanca à Oued-Zem par voie ferrée (178 kms) et reprises par camion à Oued-Zem. A partir de ce point, les distances de transport par route sont de 90 kms pour Afourer, via Fquih-Ben-Salah, et 120 kms (dont 30 kms de route montagneuse) pour Bin-el-Ouidane et Aït-Ouarda.

Il a donc fallu créer à Oued-Zem un centre de transbordement. Celui-ci comporte, pour les marchandises courantes, un épi de voie ferrée avec hangar, terre-plein, engin de manutention. En ce qui concerne le ciment, on s'est orienté vers l'emploi du ciment en vrac, et les dispositions de transbordement ont été établies en conséquence. Le ciment arrivant dans des wagons trémies de 20 tonnes ou de 46 tonnes, est déversé dans des silos en béton armé, situés en contrebas de la voie. La reprise s'effectue, par gravité sous ces silos, dans des camions bennes étanches de 15 tonnes, qui assurent le transport sur les divers chantiers.

Au lieu de destination, les camions bennes alimentent les silos de chantier, soit directement par gravité, soit par l'intermédiaire de pompes pneumatiques.

Les transports en vrac ont commencé à fonctionner en décembre 1950.

2° Réalisation des travaux :

Nous passons maintenant en revue la réalisation des travaux propres à chacun des chantiers.

a) Bin-el-Ouidane.

Pour l'exécution des travaux du barrage, l'oued a été dérivé dans 2 galeries revêtues, de 550 mètres de longueur et 7 mètres de diamètre intérieur. Ces galeries peuvent écouler un débit de 650 m³/s qui constitue le débit de protection du chantier vis-à-vis des crues. La première galerie a été terminée en novembre 1949, date à laquelle a été dérivé l'oued, et la deuxième a été mise en service en août 1950. Elles ont eu, jusqu'ici, à évacuer des débits maximum de l'ordre de 350 m³/s.

Dès mise en service de la première galerie, ont été abordées, à l'abri des batardeaux amont et aval délimitant l'enceinte de travail, les opérations d'enlèvement des alluvions du fond de l'oued. Celles-ci descendent jusqu'à 25 mètres au-dessous du niveau initial de l'oued. Ce travail, particulièrement important, a été effectué avec chargement par pelles mécaniques de 1.200 litres, dans des camions bennes de 15 tonnes. Il a été achevé, en fin d'année 1950, les fouilles des appuis latéraux ayant été poussées auparavant, à la cote voulue. Des conditions satisfaisantes ont été, partout, rencontrées pour les fouilles du barrage et le bétonnage normal a pu commencer dès terminaison des fouilles.



Bin el Ouidane
Galerie de dérivation n° 1. Revêtement

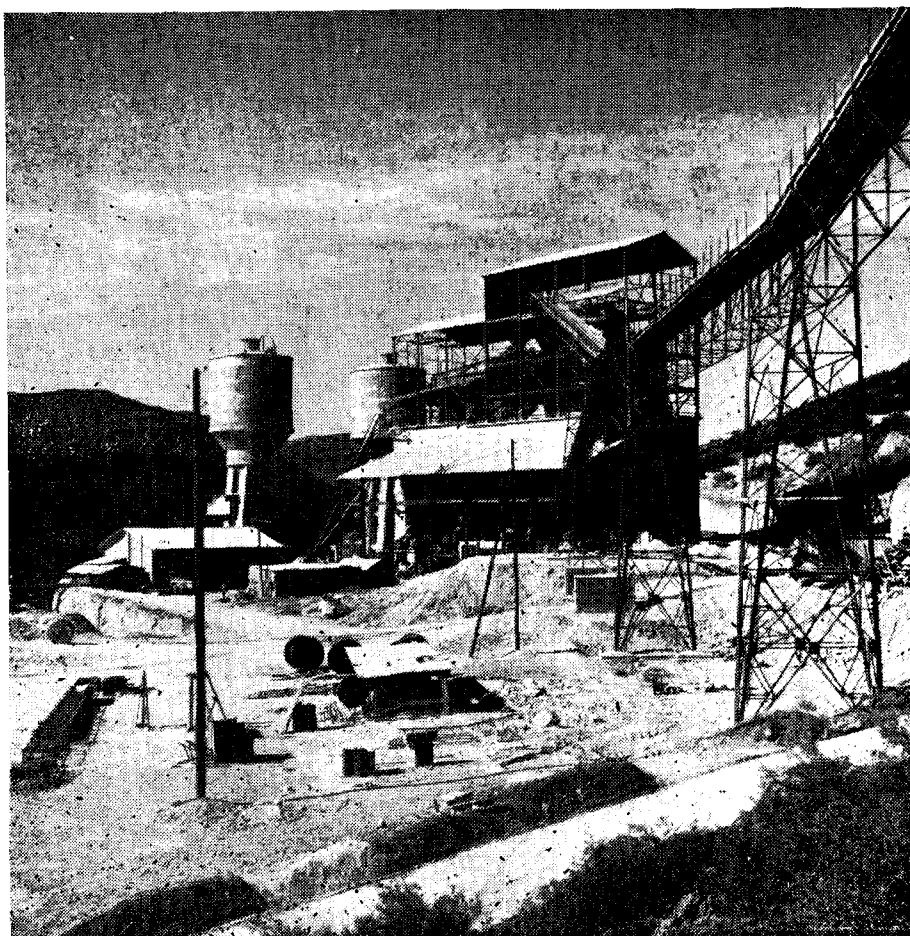
Le bétonnage s'effectue à partir d'installations de chantier importantes et très mécanisées dans lesquelles sont réalisés :

- l'extraction des matériaux dans une carrière située à 1 km. du barrage ;
- le préconcrassage au voisinage de la carrière ;

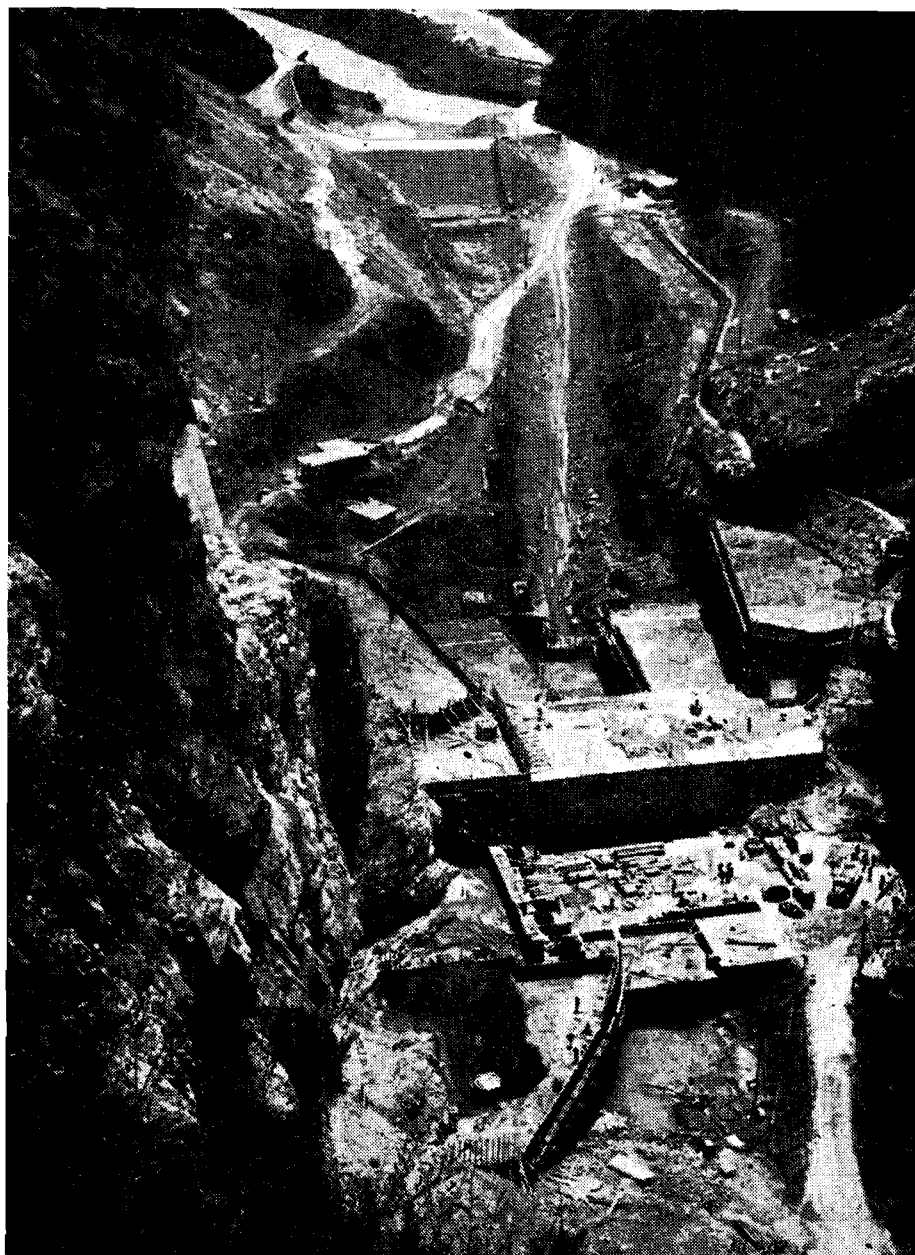
- l'acheminement par tapis transporteur ;
- le concassage secondaire amenant les matériaux à la granulométrie fixée pour le béton ;
- la reprise des matériaux et leur malaxage dans des bétonnières ;
- la mise en place des bétons par deux blondins de 15 tonnes. Ces engins comportent un support fixe et un support mobile, qui, par son déplacement, permet de desservir tous points du chantier.

Le bétonnage va ainsi se poursuivre, au cours de l'année 1951, à une cadence moyenne de l'ordre de 18 à 20.000 m³ par mois, et qui, dès maintenant, est atteinte. Au 1^{er} mai 1951, 60.000 m³ de béton étaient en place. L'ensemble du barrage et du socle de l'usine (450.000 m³) pourra être ainsi entièrement bétonné courant 1953. Parallèlement commencent les travaux du voile d'étanchéité et la mise en eau du barrage aura lieu en 1953.

Les travaux de l'usine seront conduits de manière que la mise en service du premier groupe puisse être réalisée dès remplissage de la retenue.



Bin el Ouidane. — Installation de concassage secondaire



Bin el Ouidane. — Barrage et usine. Vue d'ensemble des blocs de la partie basse du barrage et de l'usine en cours de bétonnage. Vue prise de l'aval

b) Aménagement d'Aït-Ouarda — Afourer.

A Aït-Ouarda, l'oued a été dérivé dans un canal rive gauche, à air libre, qui a été terminé et mis en service en juillet 1950.

Les fouilles de l'ouvrage ont été ensuite exécutées dans le lit de l'oued, entre les batardeaux de protection.

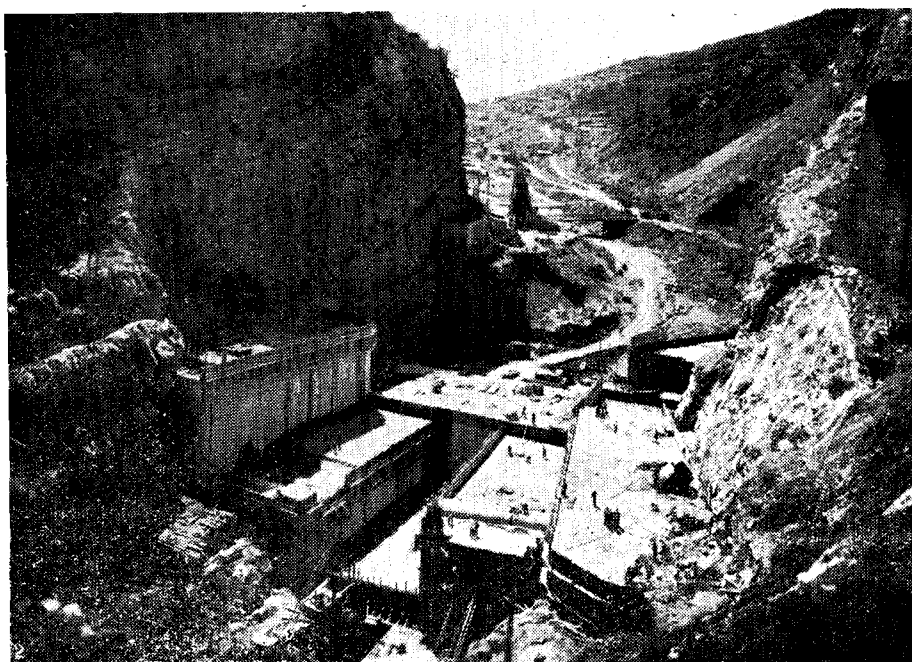
L'enlèvement des déblais de la partie supérieure des alluvions a été effectué, en fouille ouverte, en chargeant à la pelle mécanique dans des camions bennes de 15 tonnes. Pour la partie basse on est descendu sur une dizaine de mètres de hauteur en fouille blindée. Le rocher a été

atteint actuellement sur presque toute la surface de la fouille à une profondeur d'une vingtaine de mètres au-dessous du plan d'eau initial. Il reste à creuser l'encastrement dans le rocher et on escompte pouvoir disposer de la fouille terminée vers fin mai et commencer le bétonnage aussi tôt.

Le bétonnage sera effectué à l'aide d'un blondin de 6 tonnes qui, auparavant, a été utilisé à Im-Fout, puis à Daourat, et qui a été rendu mobile pour son emploi à Aït-Ouarda. Le bétonnage se poursuivra en 1951 et au début de 1952, l'installation des diverses vannes étant ensuite réalisée et devant être achevée fin 1952.



Bin el Ouidane. — Barrage et usine
Vue d'ensemble, prise de l'aval, du barrage et de l'usine en cours de bétonnage



Bin el Ouidane. — Barrage et usine. Vue d'ensemble prise de l'amont

Galerie.

La complexité des travaux résulte, pour une grande part, de la grande longueur du souterrain, sans attaque intermédiaire, et de la simultanéité d'opérations diverses à réaliser en divers points du souterrain (avancement, bétonnage, etc...) et qu'il faut conjuguer avec le service par voie ferrée.

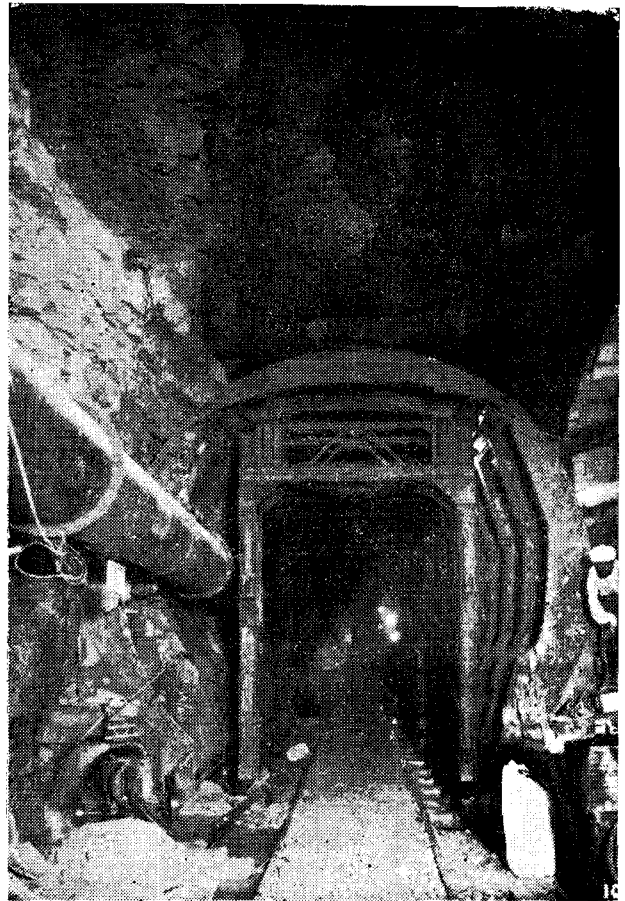
Les travaux à l'intérieur du souterrain sont menés avec des moyens mécaniques puissants concernant :

- la perforation à l'air comprimé,
- les chargements des déblais par pelles spéciales électriques ou pneumatiques,
- la ventilation,
- l'alimentation en eau,
- l'alimentation en énergie haute et basse tension,
- le bétonnage (mise en place pneumatique du béton),
- les transports en voie métrique avec traction électrique et wagons basculants.

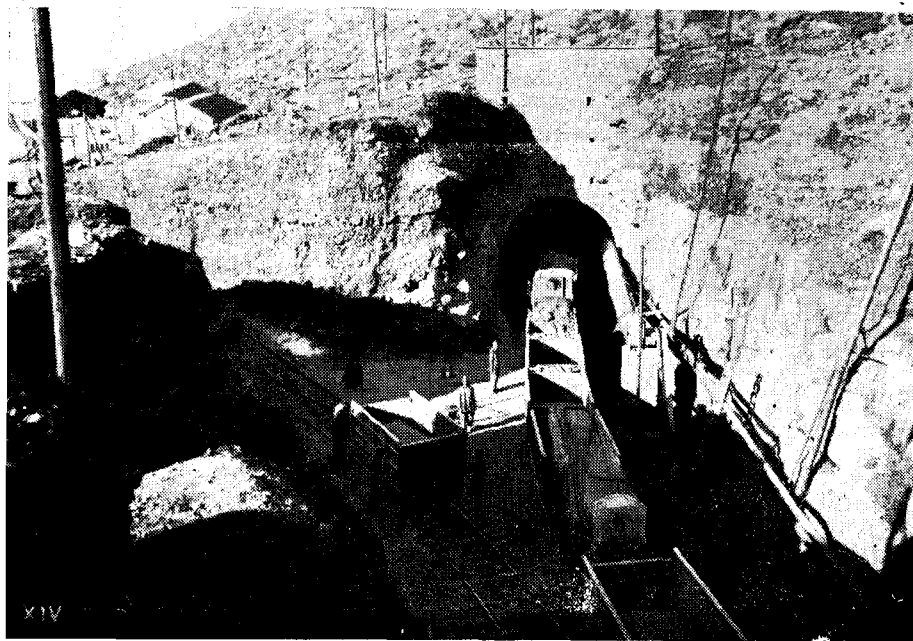
Les services extérieurs, avec les ateliers, les stations de concassage, de compression, représentent également des installations importantes.

Côté Aït-Ouarda, le percement à pleine section (23 m²) atteint, le 1^{er} mai 1951, 2.050 mètres. Les revêtements en béton ont commencé.

Côté Afourer, l'avancement, après avoir traversé des terrains marno-gypseux nécessitant des boisages, a rencontré les dolomies. On s'attendait à des venues d'eau au contact entre



Souterrain d'Aït Ouarda — Afourer
Bétonnage de la galerie. Coffrage métallique et chariot mobile



Souterrain d'Aït Ouarda — Afourer
Talaat n'Tadout. Tête nord du tunnel vers la cheminée d'équilibre

les 2 natures de terrain, mais ces venues d'eau ont été plus importantes que celles qui avaient été envisagées et il a fallu établir des compléments d'installation. Les travaux de l'attaque, parvenue à 2.570 mètres, ont été ainsi retardés de plusieurs mois.

Le dernier tronçon Talaat n'Tadout — Cheminée d'équilibre, a également rencontré des difficultés, du fait de la traversée de terrain broyé et dangereux. Il a fallu recourir à des injections, mais, étant donné la longueur réduite de ce tronçon, les problèmes posés n'ont pas d'incidence sur les délais globaux.

Conduites, usine et poste.

Les terrassements des conduites forcées, de l'usine et du poste, sont en voie de terminaison et le bétonnage des fondations va commencer sous peu.

Par ailleurs, les diverses fabrications du matériel de l'aménagement d'Aït-Ouarda — Afourer (vannes, turbines, alternateurs, transformateurs, appareillage, conduites forcées, etc.) sont très avancées et les expéditions ont commencé dès le début de 1951.

Simultanément sont poursuivis, dans la plaine des Beni-Moussa, les travaux des canaux principaux d'irrigation dans lesquels débitera l'usine d'Afourer et dont les terrassements sont déjà en voie d'achèvement.

On escompte ainsi que l'aménagement d'Aït-Ouarda — Afourer pourra intervenir au cours de l'année 1954.

*
**

Telles sont les caractéristiques générales du projet et le stade actuel d'exécution des travaux de l'Oued-el-Abid.

L'ampleur du projet et les difficultés naturelles à vaincre conduisent à un volume de travaux particulièrement important, du même ordre, pour fixer les idées, que ceux des aménagements français de la Truyère ou de Génissiat, et l'effort financier à réaliser doit être élevé et soutenu.

Les travaux préparatoires et d'installation de chantier ont été spécialement ardues, du fait des gênes de l'époque de l'après guerre et de l'éloignement des chantiers. Mais ce stade préliminaire est maintenant largement franchi, et les chantiers ont abordé la construction de ouvrages proprement dits, dont l'achèvement doit maintenant se poursuivre avec des aléas limités.

A la terminaison de ces travaux, le Maroc sera doté de ressources nouvelles extrêmement puissantes, tant en matière de force motrice qu'en irrigation et bien à l'échelle d'un pays qui entend poursuivre son essor (5).

C'est la centrale hydro-électrique de Bin-el-Ouidane, dont l'année 1953 verra la mise en service, qui sera la première en fonctionnement du groupe des deux usines de l'aménagement de l'Oued-el-Abid. Il s'agit, on l'a vu, de l'usine de pied de barrage destinée à turbiner au passage les eaux de la retenue avant leur entrée dans le souterrain d'alimentation de l'usine principale d'Afourer.

La succession des différents ouvrages : barrage, usine de Bin-el-Ouidane, souterrain, usine d'Afourer, canaux de restitution à l'Oum-er-Rebia, forme un puissant ensemble de production, pièce maîtresse du vaste programme d'équipement, mis au point en 1938. Ce programme dont les centrales hydro-électriques d'Im-Fou et de Daourat ont marqué les premières étapes réalise la mise en harmonie des moyens de production avec la demande rapidement croissante d'énergie (6), liée au remarquable essor industriel du Maroc.

La cadence de réalisation prévue comporte la mise en service de l'usine de Bin-el-Ouidane avant l'achèvement de l'ensemble de l'équipement. Pendant une durée que l'on peut évaluer approximativement à deux ans, les eaux de restitution de cette usine continueront à parvenir à l'Oum-er-Rebia en suivant le cours naturel de l'Oued-el-Abid.

(5) A titre d'indication, les ventes des premiers mois de 1951 sont en augmentation de plus de 20 % par rapport à celles des mois correspondant de 1950.

(6) cf. *supra*.