

Les aménagements de l'Oued el Abid au Maroc

Autor(en): **Gravier, G.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie**

Band (Jahr): **45 (1953)**

Heft 1

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-921634>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

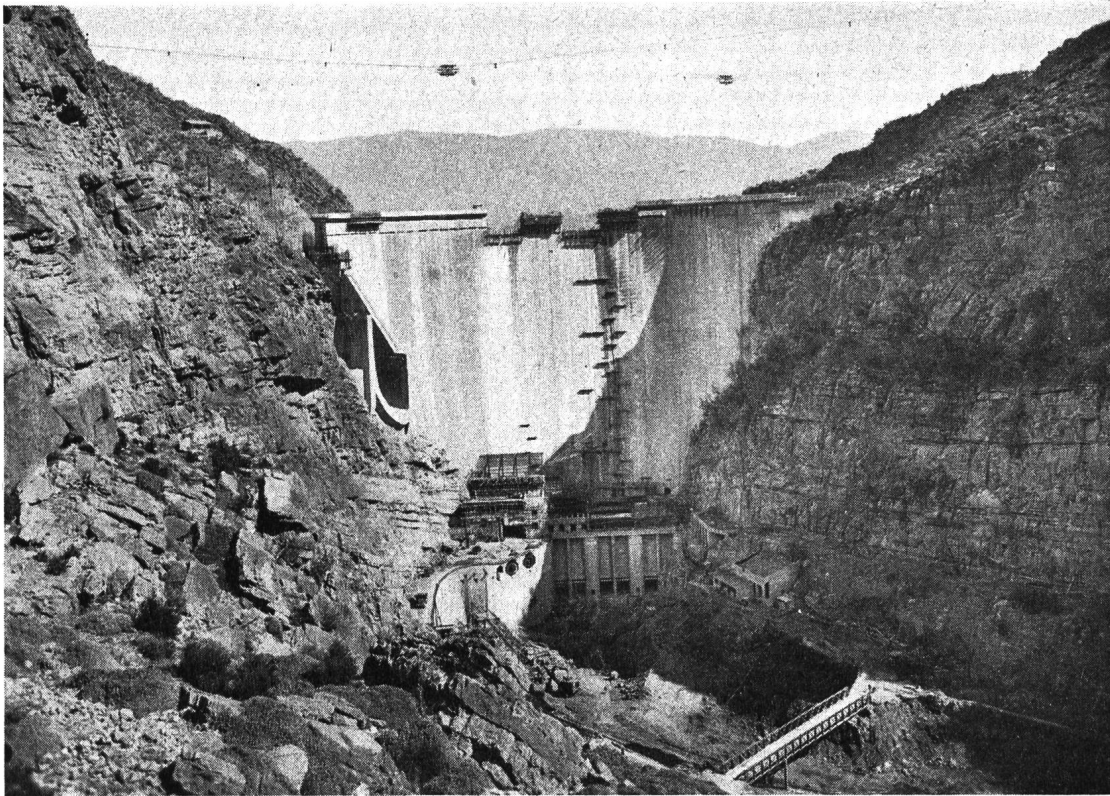


Fig. 9 Barrage et usine de Bin el Ouidane, Vue générale d'aval, prise le 30 sept. 1952
(Photo Gillot - Casablanca)

Les aménagements de l'Oued el Abid au Maroc

par G. Gravier, Directeur général de l'Energie Electrique du Maroc, Casablanca

DK 621.311(64)

Le Protectorat Français s'est consacré, depuis son origine, au développement du Maroc et, dans tous les domaines, de gros efforts ont été accomplis. On sait quels résultats importants ont été déjà obtenus et combien rapide a été l'évolution de ce pays.

Un effort tout spécial a été fait dans le domaine de la production de l'énergie électrique. Le Protectorat a chargé l'Energie Electrique du Maroc d'assurer, en liaison avec lui et sous son contrôle, la satisfaction des besoins en énergie. Les chiffres de production annuelle résumés ci-dessous, montrent combien a été importante la progression réalisée depuis l'origine de la production d'énergie électrique au Maroc.

Année	Production d'énergie en 10 ⁶ kWh
1925	13,50
1930	63,00
1935	121,00
1938	144,50
1945	212,00
1950	499,50
1951	628,00
1952	723,00

On constate notamment, d'après ce tableau, qu'entre 1950 et 1952, soit en deux ans, la production s'est accrue

de 45 %, pourcentage exceptionnellement élevé qui illustre de manière saisissante l'essor rapide du pays.

Pour faire face à tous ces besoins, un ensemble d'usines productrices hydrauliques et thermiques a été créé et tout un réseau de distribution en 22 000, 60 000 et 150 000 Volts s'étend d'une extrémité à l'autre du pays (fig. 1) qui ainsi dispose actuellement des puissances totales suivantes:

Usines thermiques	128 000 kVA
Usines hydrauliques	123 000 kVA

La longueur des réseaux 22, 60 et 150 kV est d'environ 3 200 km.

Dès avant la dernière guerre, en prévision d'un accroissement notable de la consommation, la décision de réaliser un important ensemble hydro-électrique avait été prise.

Le Maroc est, parmi les pays d'Afrique du Nord, le mieux doté du point de vue hydraulique. Il a été prospecté d'une façon systématique et l'on dispose maintenant d'un inventaire à peu près complet des ressources hydro-électriques. Leur total représente des possibilités de production qui peuvent être évaluées à plus de 2 milliards de kWh par an environ, susceptibles, comme on le voit,

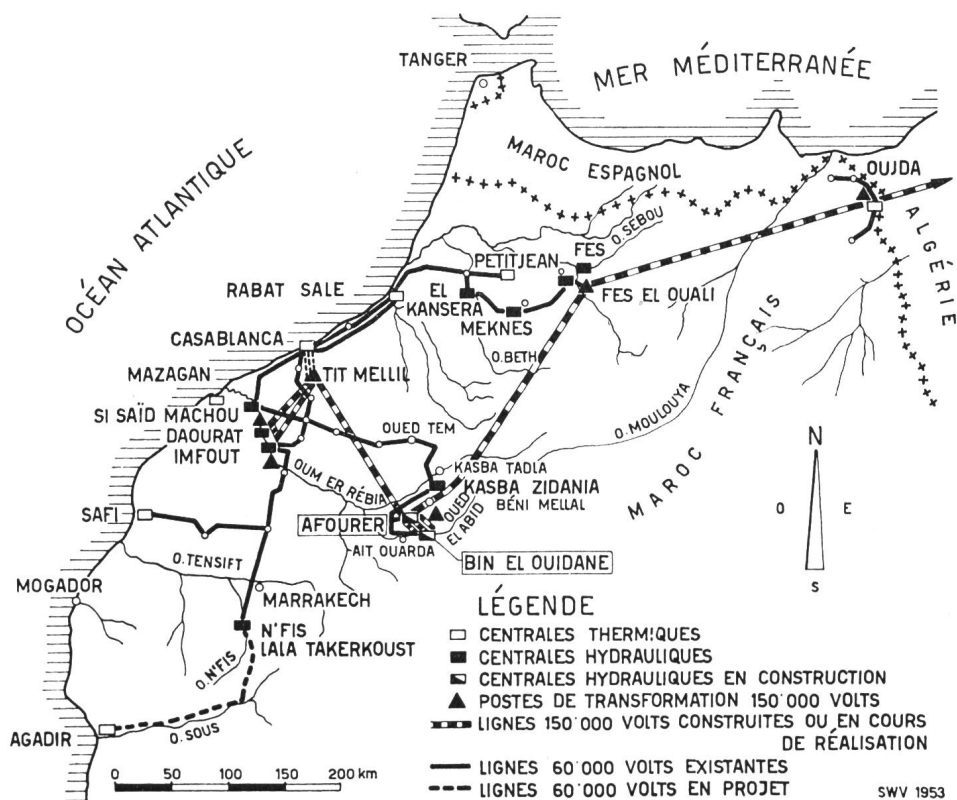


Fig. 1 Plan du réseau de l'Énergie Électrique du Maroc
(Les trois lignes 60 kV Casablanca—Tit Mellil sont maintenant en service)

de subvenir pendant un temps encore étendu aux besoins du pays.

Après mûr examen, le choix de l'aménagement à réaliser s'est porté sur celui de l'Oued el Abid, dont les caractéristiques générales sont séduisantes, qui est bien situé par rapport aux centres de consommation et qui domine une vaste plaine, jusqu'ici assez aride, mais dont la qualité des terres justifie une mise en valeur par l'irrigation. Il correspond à un programme conjugué qui tend à accroître par l'irrigation la production agricole du pays et à satisfaire à l'augmentation des besoins en énergie électrique.

Données générales relatives à l'aménagement de l'Oued el Abid (fig. 2, 3):

L'Oued el Abid, principal affluent de l'Oum er Rbia, a sa source dans les montagnes élevées de l'Atlas dépassant 3000 m et draine une zone relativement bien arrosée. Dans sa partie moyenne, après la traversée de la vaste cuvette de Ouaouizerth, l'Oued el Abid, dont le débit moyen annuel est d'environ 30 m³/s, rencontre à Bin el Ouidane, quelques kilomètres après le confluent de l'Oued Ahansal, des barres calcaires formant un cañon étroit, dont la fermeture permet la constitution d'une immense retenue. D'autre part, plus à l'aval, l'oued continue à couler Est-Ouest, parallèlement à la vallée de l'Oum er Rbia, dont il est séparé par la chaîne de montagnes du Tazerkount, et son lit se trouve dans cette

partie de son cours à plus de 200 m au-dessus de la retombée abrupte de cette montagne sur la plaine du Tadla.

D'où la conception de l'aménagement qui comporte: — Un barrage créant une vaste retenue d'une capacité totale de 1,5 milliards m³ et d'une surface de 3 750 ha avec usine en pied de barrage: c'est l'aménagement dit de «Bin-el-Ouidane» qui assurera la régularisation presque totale des débits de l'oued.

— Un peu plus à l'aval, à Ait Ouarda, un ouvrage de prise à l'origine d'un canal souterrain traversant la montagne et de 10 km de longueur. Ce canal débouche au lieu dit «Afourer» à 225 m au-dessus de la plaine et les eaux seront turbinées par une usine qui utilisera cette chute. Ce deuxième ensemble constitue l'aménagement d'Ait Ouarda-Afourer.

L'ensemble des deux aménagements assurera une production totale de 600 millions de kWh par an, compte tenu de la valorisation obtenue pour les usines de l'aval avec la régularisation des débits par la cuvette de Bin el Ouidane, cette cuvette permettant un emmagasinement d'énergie de 800 millions de kWh. On juge ainsi de l'importance que revêt cette réalisation pour l'économie marocaine et de la haute valeur que confère à l'énergie produite la régularisation obtenue par le barrage de Bin el Ouidane.

Les eaux restituées à Afourer seront ensuite envoyées dans un système de canaux s'étendant à l'Est et à l'Ouest

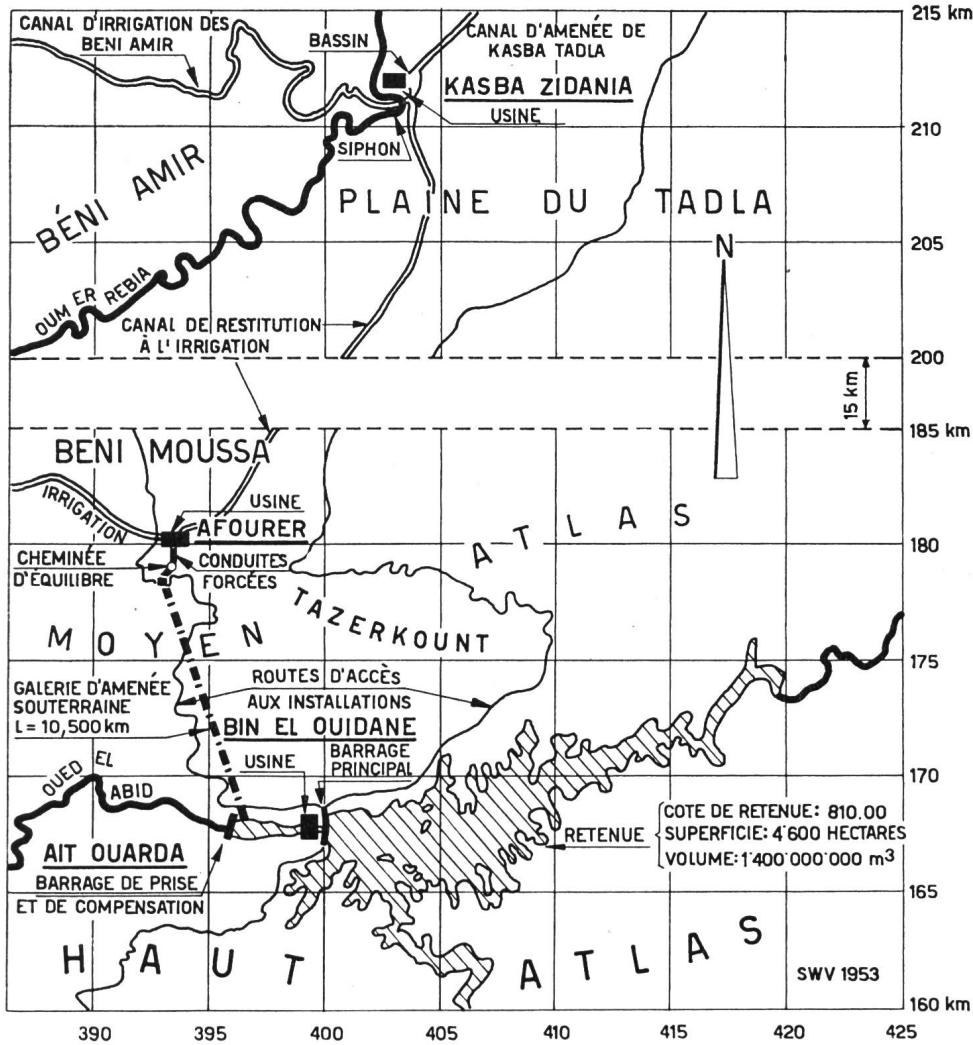
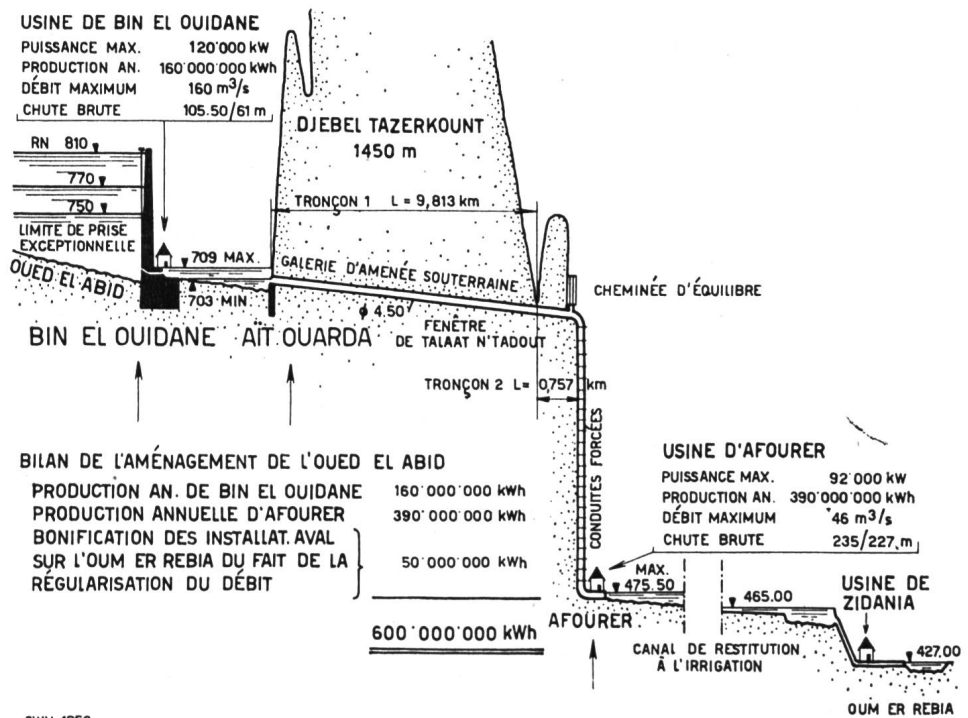


Fig. 2
Plan de l'aménagement hydro-électrique de l'Oued el Abid

(Rectification de trois chiffres dans le plan:
Galerie d'aménée souterraine Ait Ouarda-Afourer L = 10,570 km.
Retenue du lac: superficie 3750 hectares, vol. 1 500 000 000 m³.)

Fig. 3
Profil en long schématique des installations de l'Oued el Abid



SWV 1953

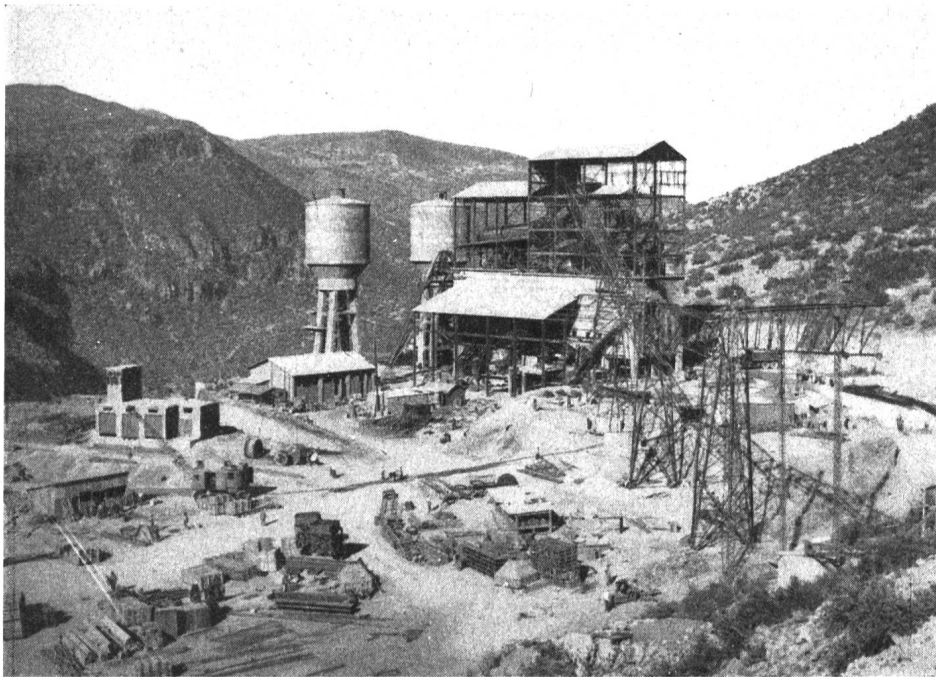


Fig. 4
Bin el Ouidane. Installations de chantier de la rive droite; station de concassage secondaire avec charpentes métalliques du tapis roulant en cours de montage; tours de bétonnage; poste de transformation du plateau. Situation en août 1950.
(Photo Gillot - Casablanca)

et desservant la plaine des Béni-Moussa et même au-delà la plaine d'El Kelaa des Sgharnas. Plus de 100 000 ha d'excellentes terres seront ainsi irrigués dans cette zone.

Nous ajoutons à ces indications de caractère général, quelques notions plus détaillées sur les ouvrages et sur leur réalisation.

A Bin el Ouidane

Le barrage, avec ses 135 m de hauteur au-dessus des fondations, relèvera le plan d'eau de 105 m au-dessus du

niveau actuel de l'oued (fig. 4—9). L'ouvrage adapté à la configuration de la vallée est du type voûte. L'épaisseur est de 32 m à la base et 5 m en tête, et la longueur en crête de 260 m. Il est établi par plots d'une quinzaine de mètres de longueur, la liaison entre les blocs étant assurée avant la mise en eau par injections de ciment. Les fondations du barrage ont nécessité l'enlèvement d'alluvions sur 25 m de hauteur au-dessous du lit de l'oued. Le sol d'appui est constitué par des puissantes falaises calcaires jurassiques qui, d'une façon générale, présentent toute

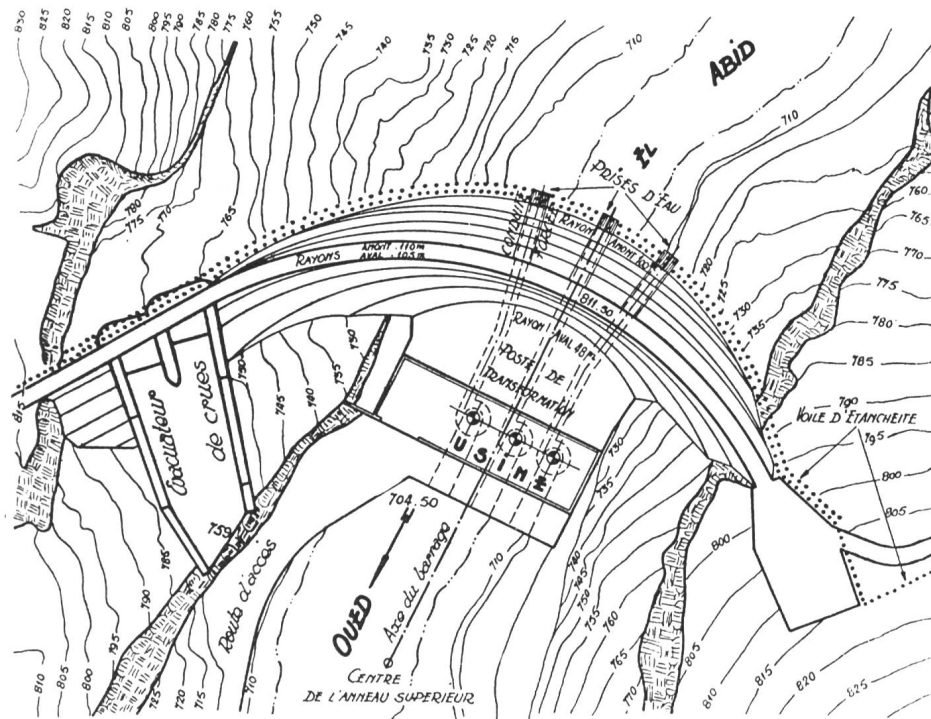


Fig. 5 Barrage de Bin el Ouidane vue en plan

la solidité désirable, mais dont l'étanchéité a dû être renforcée par un travail important d'injections. On a recherché, en exécutant un rideau étanche d'injections, à rattacher l'ouvrage aux séries marneuses étanches qui existent sous les calcaires d'appui. En raison du pendage, le rattachement ne peut cependant être complet sur la rive gauche où le voile a été prolongé sur 350 m au-delà des appuis jusqu'à réaliser une distance de contournement suffisante. Le voile est réalisé à l'air libre au pied du barrage et latéralement à partir de galeries creusées dans le rocher. Au droit du barrage le voile est d'ailleurs renforcé par un voile secondaire exécuté depuis une galerie de visite ménagée dans l'ouvrage et qui servira, le cas échéant, à exécuter ensuite des injections complémentaires. L'étendue du rideau est de 800 m, la profondeur des forages atteint 180 m et la longueur totale des forages à réaliser est d'environ 28 000 m. On opère à des pressions atteignant 50 kg/cm^2 en utilisant du ciment pur ou des mélanges secondaires avec sable ou argile; l'absorption moyenne a été de 700 kg de produit sec (dont 500 kg de ciment), par mètre linéaire de sondage. Nous ajoutons que des injections de renforcement ont été réalisées à la base du barrage, de façon à améliorer sur une épaisseur de l'ordre de 10 m la tenue de certaines zones.

Les crues seront évacuées latéralement, par un dispositif «saut de ski», établi en prévision de crues de $3\,500 \text{ m}^3/\text{s}$; les eaux libérées par deux passes à secteur dévalent sur un coursier en béton armé jusqu'au droit de la falaise d'appui rive droite; elles tombent ensuite en chute libre d'une soixantaine de mètres de hauteur dans le lit de la rivière. Toutes les mises au point relatives à cet ouvrage particulièrement délicat (écoulement dans

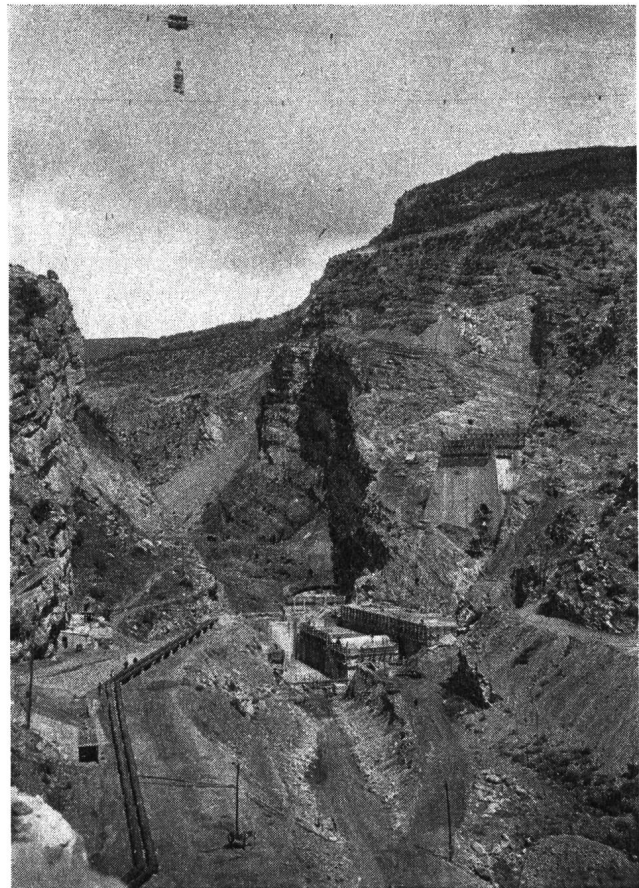


Fig. 6 Barrage de Bin el Ouidane. Vue générale d'amont en mai 1951. En premier plan, conduites d'évacuation du puisard des fouilles. (Photo Gillot - Casablanca)

les passes et le coursier, écoulement et érosions après restitution) ont été faites sur modèle réduit au Laboratoire Hydraulique de Grenoble et au chantier. Le barrage



Fig. 7 Barrage de Bin el Ouidane. Vue prise de l'aval le 10 sept. 1951: bloc 13 à la cote 803,00; conduites forcées des blocs 5 et 7 en cours de montage. (Photo Gillot - Casablanca)

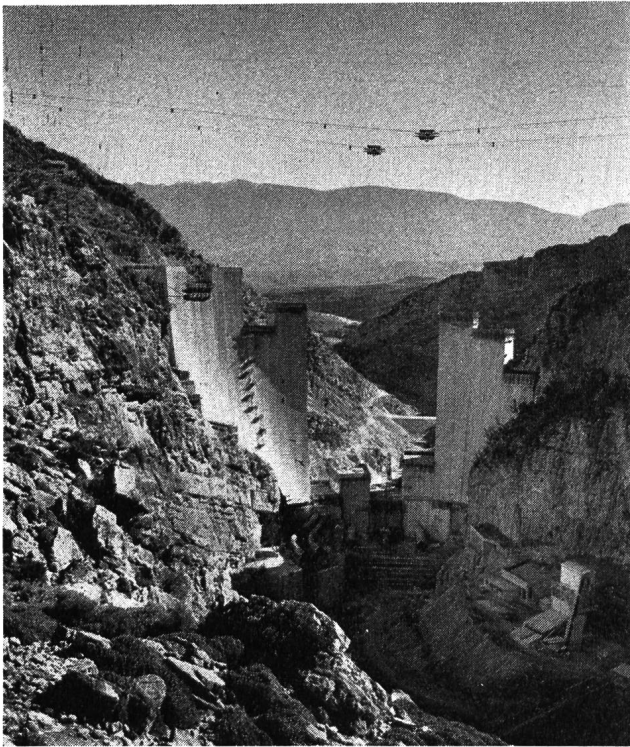


Fig. 8

Barrage de Bin el Ouidane. Vue générale d'aval, prise le 28 déc. 1951
(Photo Studios cinématographiques, Rabat-Souissi)

comporte également, dans son équipement, deux vannes de vidange de fond, du type à pointeau, qui sont placées à l'extrémité de conduites de 2,50 m de diamètre. Ces vannes peuvent évacuer chacune 120 m³/s sous la chute maximum.

L'usine est placée au pied du barrage (fig. 10); elle est équipée avec 3 groupes à axe vertical de 40 000 kW chacun fonctionnant sous une hauteur maximum de 105 m. Chacun des groupes est alimenté par une prise indépendante, équipée avec vanne de garde et par une conduite forcée métallique de 3,80 m de diamètre. Chaque groupe est associé à un transformateur de 45 000 kVA placé entre le barrage et l'usine et élevant la tension de 8 500 V à 150 000 V. L'évacuation se fait vers le poste d'Afourer, situé à 17 km à vol d'oiseau, par trois lignes correspondant à chacun des groupes. La production annuelle escomptée est de 160 mio de kWh.

Pour permettre la réalisation des travaux, l'oued à été dérivé dans deux galeries souterraines de 7 m de diamètre, susceptibles d'assurer le passage de 650 m³/s.

Les travaux de terrassement (particulièrement ardu, puisqu'il a fallu descendre à 25 m dans les alluvions et à 30 m au-dessous du niveau de l'oued, si l'on tient compte des encastremets), ont été réalisés avec chargement mécanique dans des camions à benne basculante de 15 t.

L'ensemble de l'ouvrage a nécessité la mise en œuvre

de 450 000 m³ de béton. Les bétons employés ont une granulométrie continue, l'anneau atteint 180 mm et le dosage courant est de 240 kg/m³. Les bétons sont vibrés.

Le bétonnage est réalisé avec une installation moderne comprenant:

- Une carrière dans les calcaires, à 1 km environ du barrage,
- Une installation de préconcrassage aux abords de la carrière et une mise en stock du matériau préconcrassé,
- Une courroie transporteuse assurant la liaison sur 500 m, entre le stock préconcrassé et les installations secondaires,
- Une installation secondaire de concrassage amenant les matériaux à la dimension demandée par la granulométrie,
- Les installations de stockage du ciment, bétonnières,
- Les installations de mise en place du béton, comprenant essentiellement 2 blondins de 14 t.

Une cadence élevée de travail a été maintenue, 270 000 m³ ayant été mis en place en un an et le gros des bétons étant exécuté en 20 mois. Le travail de bétonnage ayant commencé en janvier 1951, il ne restait plus, en octobre 1952, que 20 000 m³ de béton à mettre en place, correspondant à des ouvrages annexes ou à des travaux supérieurs réalisables en béton armé.

B Ait Ouarda - Afourer :

Barrage d'Ait Ouarda:

Les eaux seront restituées par Bin el Ouidane dans la retenue créée par le barrage d'Ait Ouarda, situé 4 km à l'aval et qui constitue l'ouvrage de prise de l'aménagement d'Ait Ouarda; la retenue de 2,5 millions de m³ établira une compensation entre les débits utilisés à Bin el Ouidane et ceux utilisés à l'usine aval et assurera ainsi l'indépendance de leur fonctionnement quotidien.

L'ouvrage d'Ait Ouarda (fig. 11, 12) relèvera le plan d'eau de 20 m seulement, mais, comme à Bin el Ouidane, il a fallu descendre très bas dans les alluvions au-dessous du niveau de l'oued pour trouver le sol de fondation, ce qui fait que l'ouvrage a, en définitive, une quarantaine de mètres au-dessus de sa fondation rocheuse. Le barrage, du type vôte mince, cylindrique, de 5 m de largeur constante, s'appuie sur des calcaires lités. Il est pourvu de vannes de surface (vannes à secteur) et de vannes de fond, permettant l'évacuation des crues et celle des déblais qui se déposeraient dans le fond. Un voile d'étanchéité doit être réalisé pour assurer l'étanchéité des appuis latéraux et surtout celle du fond qui présente des cassures. L'exécution des fouilles basses a été faite en fouilles blindées établies à la dimension de l'ouvrage. L'exécution des travaux nécessite la mise en œuvre de 29 000 m³ de béton, dont 22 000 m³ sont déjà en place.

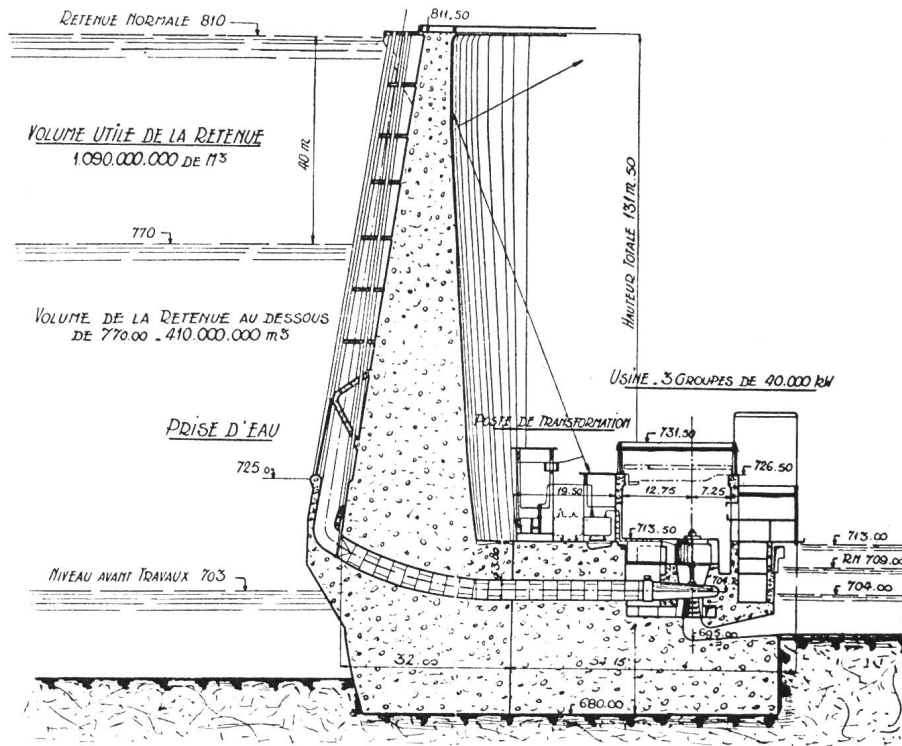


Fig. 10 Coupe transversale du barrage et de l'usine de Bin el Ouidane

Souterrain d'Ait Ouarda-Afourer:

Du barrage d'Ait Ouarda part le souterrain qui traverse en ligne droite les terrains liasiques de la montagne du Tazerkount et qui amènera l'eau au-dessus de la plaine. Sa longueur est de 10 570 m, dont 9 825 m sans possibilité d'attaque intermédiaire. Le souterrain a une charge de 35 m maximum à son extrémité aval et 18 m à son extrémité amont. Il a un diamètre intérieur de 4,50 m et pourra transporter 48 m³/s.

Son exécution s'est heurtée à diverses difficultés:

Le souterrain a rencontré sur plus de 2 500 m des séries marno-gypseuses où il a fallu recourir à l'emploi de ciment sursulfaté et où la tenue du terrain conduit à prévoir, sur d'assez grandes longueurs, des revêtements armés. D'autre part, l'attaque aval a dû traverser, à la sortie des terrains marno-gypseux et sur environ 1 km, une nappe aquifère abondante et étendue (fig. 13), existant dans des roches dolomitiques, et donnant au niveau

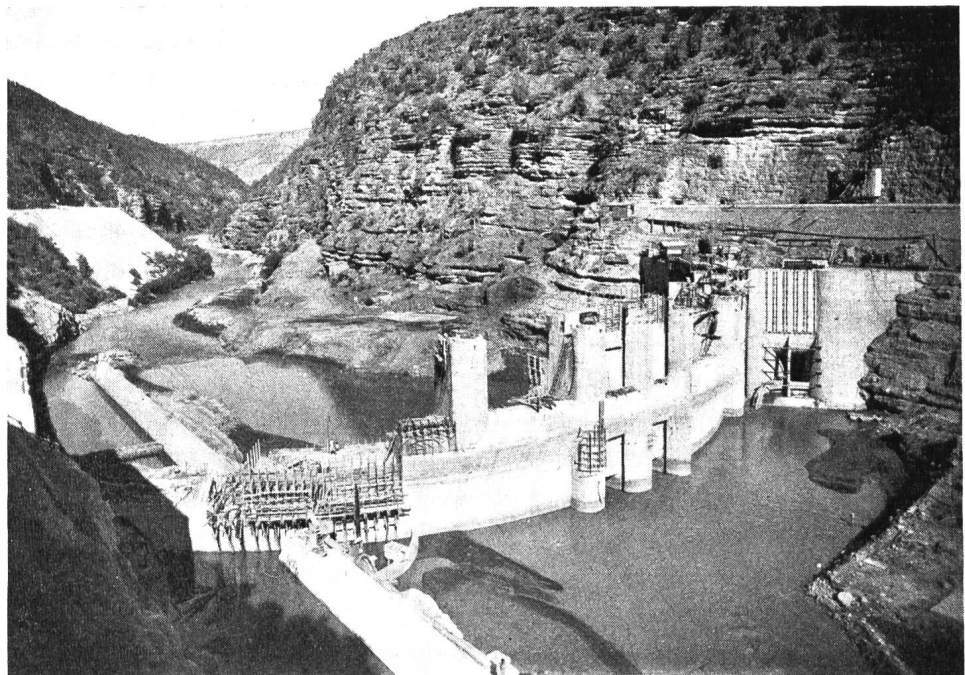


Fig. 11 Barrage d'Ait Ouarda. Vue d'amont, prise depuis la rive gauche, le 30 sept. 1952 (Photo Gillot - Casablanca)

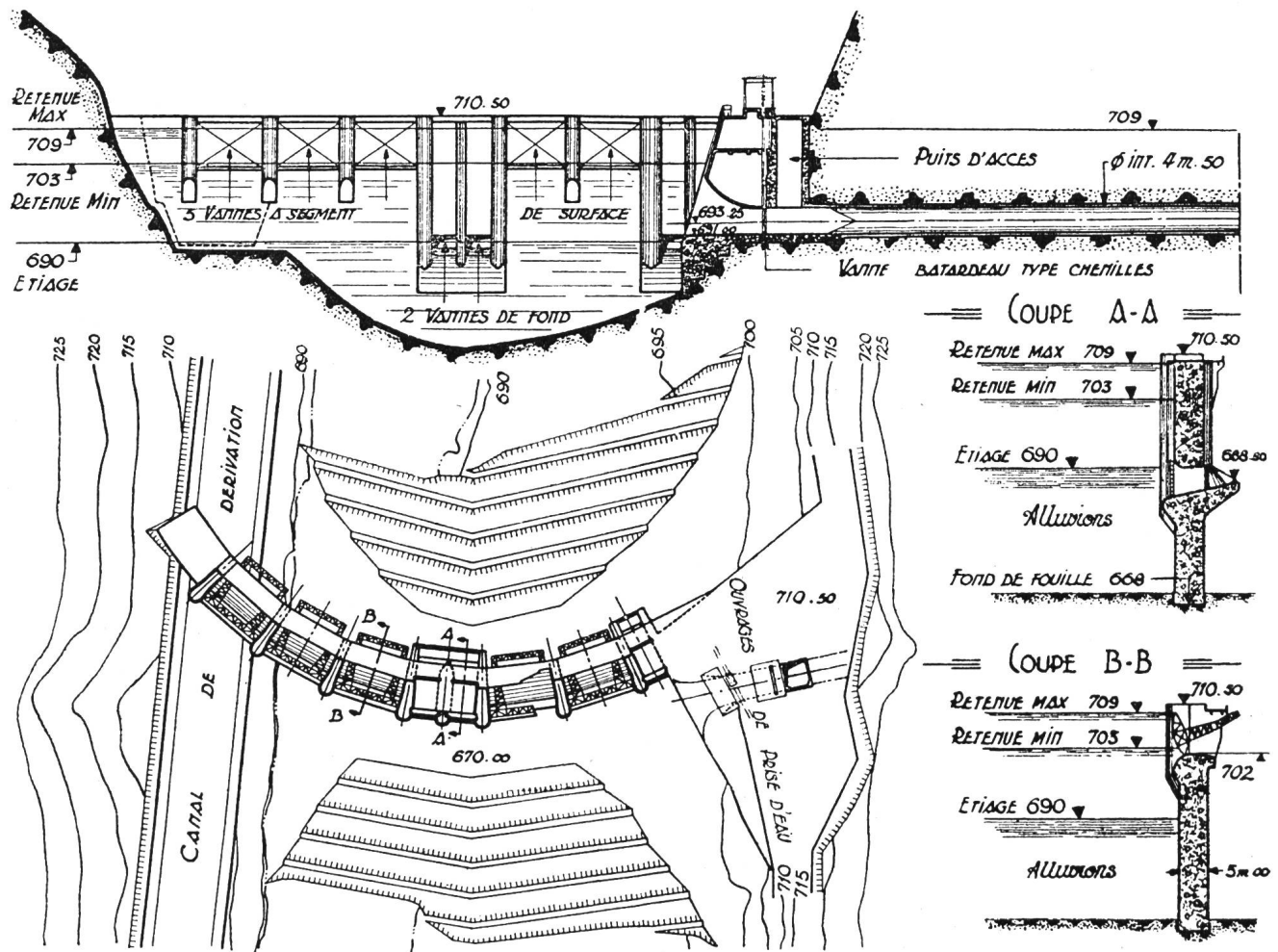


Fig. 12 Barrage et prise d'eau d'Ait Ouarda

du souterrain une pression de 15 kg par cm². Il a fallu recourir à des injections préalables systématiques, de façon à obturer les circulations d'eau dans la zone des terrassements. Le travail a été effectué ainsi avec des phases consécutives de terrassements et d'injections. Celles-ci étaient réalisées à partir de sondages auréolaires (3 ou 4) intéressant les terrassements à exécuter et poussées à 90 m environ en avant du front d'attaque. La mise au point de

la méthode a été telle qu'on a pu obtenir des avancements moyens mensuels de l'ordre de 120 m et qu'on arrivait à un étanchement presque total dans la plupart des auréoles. Ce travail a été réalisé sur 1 km et il n'est pas exclu qu'il y ait à le reprendre dans d'autres zones avant la fin du percement du souterrain. Il ne semble pas qu'un tel travail d'injections ait eu lieu ailleurs avec l'amplitude qu'il a atteint ici.

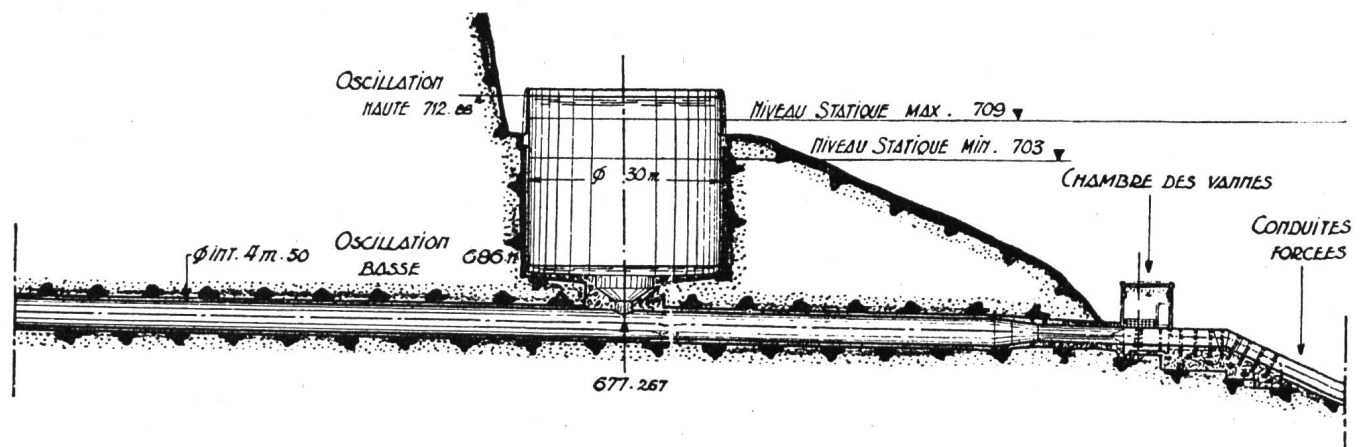


Fig. 14 Souterrain et cheminée d'équilibre d'Afourer

Au 15 octobre 1952, 8 120 m de galerie avaient été terrassés à pleine section et il restait encore 2 350 m de terrassement à effectuer, pour que les deux attaques principales se rejoignent. On peut prévoir, sauf difficultés nouvelles spéciales, que le percement aura lieu en fin 1953 et la terminaison totale de l'ouvrage au début de 1954.

Usine d'Afourer:

L'extrémité du souterrain comporte une cheminée d'équilibre de grande dimension (30 m de diamètre, 26 m de hauteur), nécessaire pour régulariser le fonctionnement hydraulique de l'ensemble. (fig. 14) De cette cheminée sont issues les conduites forcées, accrochées au flanc du versant nord du Tazerkount, qui matérialisent la chute de 225 m. Celles-ci ont une longueur de 567 m et sont réalisées en tuyaux auto-frettés par câbles de 2,60 m de diamètre intérieur. Elles aboutissent à l'usine placée en bordure de la plaine, qui sera équipée avec 2 groupes à axe vertical de 46 000 kW chacun, chaque groupe étant associé avec un transformateur 150 000 V de 52 000 kVA. Cette deuxième usine produira annuellement 390 millions de kWh.

Le poste de transformation 150 000 V d'où partiront une dizaine de lignes 150 000 V vers différents points du Maroc, est placé sur une plate-forme annexe de celle de l'usine.

Les travaux de ces différents ouvrages sont menés de pair avec ceux du grand souterrain et de telle sorte que l'usine d'Afourer puisse entrer en service, dans le premier semestre 1954.

La réalisation des ouvrages de l'Oued el Abid a nécessité la mise en œuvre d'importants moyens en matériel moderne de toute nature, en matériaux, en main d'œuvre.

Outre les problèmes techniques courants, relatifs aux ouvrages eux-mêmes, la poursuite des travaux dans une région montagneuse éloignée des centres, et à l'origine inaccessible par route, a posé de grosses questions d'accès et d'habitat.

Les matériaux, le matériel et le ravitaillement proviennent de Casablanca, située à une distance de 285 km de Bin el Ouidane. Il a fallu, en premier lieu, exécuter dans une montagne escarpée des routes d'accès pour assurer les communications et les transports, notamment celui du ciment (200 000 t). La longueur totale des routes ainsi créées a été de 60 km.

D'autre part, les chantiers occupent un effectif important qui a atteint un maximum de 900 pour les travailleurs européens et 5 800 pour les travailleurs marocains. Il a fallu créer, dans une région sans ressources, des centres en rapport avec la population appelée à y vivre. Les centres ont été pourvu d'écoles, tant européennes que

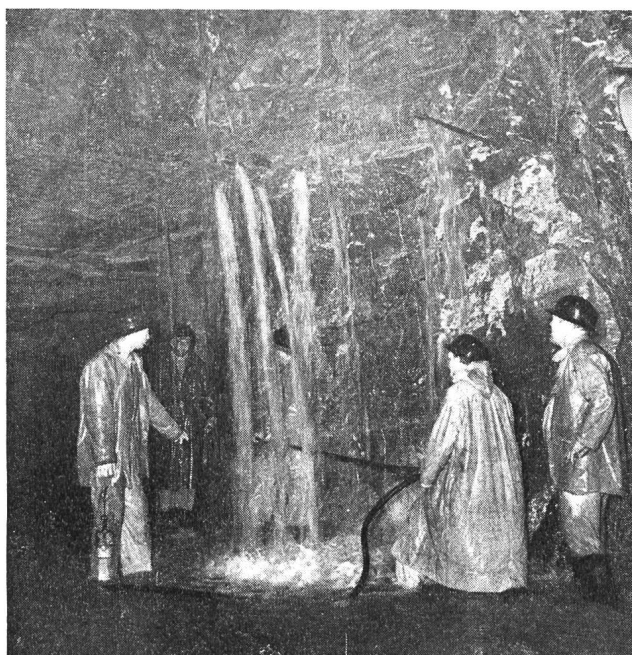


Fig. 13 Tunnel Ait Ouarda—Afourer. Attaque A vers Ait Ouarda: venues d'eau massives au PK. 2565, le 2 nov. 1950 (Poto Belin - Rabat)

marocaines, d'infirmes, d'économats, de liaisons téléphoniques, de terrains de sport; malgré la rudesse du climat la vie y a été assurée dans des conditions satisfaisantes pour les familles qui y vivent.

Ces quelques indications donnent une idée de la part importante prise par l'organisation préalable des chantiers.

Tout a été mis en œuvre pour que soient menés à bonne fin ces travaux qui, en attendant d'accroître le potentiel du Maroc, assurent l'existence de nombreux travailleurs.

Les habitants de la cuvette de Bin el Ouidane, dont les terrains vont être prochainement immergés, seront les premiers à bénéficier des avantages de l'irrigation. Des terrains irrigables, au sol riche, leur ont été en effet affectés en compensation dans le voisinage d'Afourer; en même temps, de nouvelles constructions d'un confort très supérieur aux anciennes demeures étaient réalisées dans cette même zone. Ainsi une population importante, dont l'expropriation aurait risqué de modifier totalement le genre de vie, se trouvera à même de continuer à cultiver la terre dans des conditions de productibilité accrues. Il y a tout lieu de penser que cette solution donnera entière satisfaction aux intéressés qui, dès maintenant, ont accepté favorablement un transfert réalisé de la sorte.

Dans le stade actuel, la plupart des difficultés ont été résolues et l'échéance de cette œuvre grandiose se précise. Son intervention marquera une étape importante dans les réalisations faites par la France au Maroc pour le plus grand bien de ce pays et de ses habitants.