

## H. --- CHRONIQUES

## L'ALIMENTATION EN EAU DES VILLES ET CENTRES URBAINS

La construction du réservoir 3.500 m<sup>3</sup> de Fédala

Les voyageurs qui traversent la ville de Fédala n'ont pas été sans remarquer l'impressionnant ouvrage que constitue le réservoir surélevé dont l'achèvement a eu lieu à la fin de 1957.

C'est en janvier 1958 en effet que la Régie des Exploitations industrielles a mis en service ce réservoir de 3.500 m<sup>3</sup> de capacité qui, sur un mamelon situé immédiatement à l'Est de la gare, domine la ville de toute l'altitude du mamelon, augmentée de la hauteur sous cuve, soit 10 mètres.

Le réseau de distribution d'eau de la ville de Fédala était jusqu'à présent alimenté directement par la conduite maîtresse de Fouarat au moyen d'une adduction de 4.200 mètres de long composée de tuyaux de 350 et de 400 millimètres de diamètre. La conduite du Fouarat est une grande adduction (diamètre des canalisations variant de 1.500 à 1.200 millimètres) de 150 kilomètres de longueur. Elle alimente en eau, captée dans les environs de Kénitra, les villes de la côte atlantique du Maroc comprises entre les sources et Casablanca. Le réglage de cette adduction se fait par l'amont ; de ce fait les prélèvements des villes d'amont (Kénitra, Salé, Rabat) provoquent de grosses irrégularités dans l'alimentation des deux derniers abonnés aval : Fédala et Casablanca, qui est également un des plus gros consommateurs.

Afin de remédier à ces irrégularités de débit, les distributions tributaires de l'adduction de Fouarat ont entrepris un programme de construction de réservoirs dans le cadre duquel se situe le nouvel ouvrage de Fédala. Ce réservoir présente ainsi l'avantage de constituer une réserve d'eau sensiblement égale à la consommation journalière de la ville et de régulariser les pressions dans le réseau.

Le programme technique de l'ouvrage projeté était simple : réaliser une cuve de 3.500 mètres cubes à la cote 40,00 au-dessus du niveau de la mer.

Compte tenu du relief de la ville, le choix pouvait se faire entre deux genres de solutions :

- a) — Construire un réservoir semi-enterré à proximité de la conduite du Fouarat (qui se trouve environ à la cote 64,00). Cette solution entraînait la nécessité de doubler la jonction réservoir-réseau (soit 4.000 mètres environ) pour fournir, sans trop de pertes de charge, le débit appelé en pointe. La présence de nombreuses usines (conserveries, textiles...) imposait la nécessité de conserver une charge suffisante dans le réseau ; le doublement de la jonction réservoir-réseau devait alors se faire en 400 millimètres de diamètre.
- b) — Construire un réservoir surélevé en lisière de la ville, en conservant la jonction actuelle entre le réservoir et la conduite du Fouarat. Mais en raison de la vocation balnéaire et touristique de la ville, il fallait soigner l'aspect et la ligne de l'ouvrage.

Or il faut remarquer que le programme technique conduit à des dimensions très lourdes : le réservoir est en effet très volumineux pour la hauteur nécessaire.

L'étude économique conduisit la Régie à adopter la deuxième solution et la plus grande liberté fut laissée au Service de l'Urbanisme et de l'Architecture de la Province de Casablanca, dirigé par M. Godegroy, pour apprécier l'esthétique et, éventuellement, remodeler l'ouvrage à construire.

Après concours, la Société d'Exploitation des Entreprises Fernandez fut choisie pour réaliser un réservoir en forme d'hyperboloïde de révolution avec cuve et ceinture basse exécutées en béton précontraint.

La simplicité et la pureté de la forme adoptée rallièrent à ce projet les services de l'Architecture.

Le projet de l'ouvrage fut réalisé en partie par M. Prévost, Ingénieur E.C.P., conseil en béton armé et surtout, en ce qui concerne la cuve et la précontrainte, par l'Institut Technique de la Construction et des Liants de Madrid, dirigé par M. le Professeur Torroja, la mise en précontrainte étant réalisée suivant le procédé Barredo.

L'étude du sol et des fondations, le contrôle des bétons et de la réalisation de la précontrainte ont été réalisés par le laboratoire Public d'Essais et d'Etudes de Casablanca, sous la direction de M. Delarue.

L'ouvrage, entrepris le 6 janvier 1956, a été terminé en octobre 1957.

Le réservoir est construit sur un mamelon, à la cote 29,63, et domine la ville.

La cuve, en béton précontraint, est constituée par un hyperboloïde de révolution à axe vertical dont les dimensions sont :

- au faite (cote 51,25), diamètre : 39,60 mètres
- au col (cote 39,50), diamètre : 18,40 mètres.

Une cheminée intérieure de 2,32 mètres de diamètre permet l'accès à la cuve et à la couverture.

La cuve repose sur une ceinture basse en béton précontraint, reposant elle-même sur une série de 18 piliers périphériques, partiellement masqués par une jupe en briques.

La couverture est constituée par deux voûtes toriques en béton armée : la voûte de rive repose sur le bord de la cuve et sur une série de piliers intermédiaires appuyés sur la ceinture basse ; la voûte centrale repose sur ces mêmes piliers et sur la cheminée intérieure de 2,32 mètres de diamètre.

Le fond du réservoir est constitué par une voûte torique en béton armé, reposant d'une part sur la ceinture basse et d'autre part sur une tour centrale de 5,50 mètres de diamètre ; une deuxième voûte sphérique s'appuyant sur cette dernière tour centrale supporte la cheminée intérieure de 2,32 mètres de diamètre.

Le niveau de l'eau peut varier, dans le réservoir, entre les cotes 39,50 et 48,00. Les arrivées d'eau, la vidange, le trop plein et le départ de l'alimentation se font par des canalisations passant dans la cheminée centrale qui comporte également une échelle d'accès et une trappe de montage de matériel.

L'ouvrage comporte un certain nombre de particularités que nous décrirons ci-dessous de façon succincte.

Les fondations ont été réalisées sans difficultés dans un terrain constitué par des sables fins légèrement agglomérés : l'agglomération du sable augmentait en profondeur, à tel point qu'on pouvait presque qualifier le terrain de grès en formation à partir de 5 ou 6 mètres. Les semelles de fondation ont été établies à cette profondeur, aussi bien pour les 18 piliers périphériques que pour la semelle générale de la tour centrale.

Les piliers périphériques sont masqués à partir d'une certaine cote par une jupe de briques se raccordant au col de l'hyperboloïde de la cuve. Ils comportent deux articulations pour ne pas gêner la libre déformation de la ceinture basse.

La ceinture basse, d'environ 0,60 mètres de hauteur, a été réalisée en béton précontraint pour équilibrer la poussée de la voûte torique formant le fonds de la cuve. Cette précontrainte a été réalisée au moyen d'un système de tirants à lanterne centrale de serrage. Ces tirants, ancrés à leurs extrémités et au droit des piliers dans la ceinture, sont disposés suivant des cordes sous tendant des angles au centre de 60°. Chaque tirant est constitué par 4 fils d'acier de 35 millimètres de diamètre ; la précontrainte réalisée a été de 15,6 kilogs par millimètre carré. Le laboratoire Public d'Essais de Casablanca a vérifié la réalité de cette précontrainte de deux façons : par sondage sur un certain nombre de fils, la mesure de la tension a été faite par jauge extensométrique avec une

précision de 0,45 kilog par millimètre carré et par mesure de la fréquence de vibration des fils tendus permettant le réglage de la tension de précontrainte avec une précision de l'ordre de 1 kilog par millimètre carré. L'intérêt de cette dernière méthode réside dans la possibilité de surveiller l'évolution possible avec le temps de la contrainte des tirants. Ces aciers ne sont pas enrobés dans le béton, bien que protégés par un solide revêtement anti-rouille ; leur surveillance constituera l'une des sujétions de l'entretien de l'ouvrage.

Toutes les voûtes (fond de cuve et couverture) ont été réalisées en béton armé ordinaire de 0,16 mètre d'épaisseur. Leur originalité réside dans le fait qu'elles ont été coulées sur un coffrage en briques plates à trois trous et sans échafaudage de soutien. Une première voûte, hourdée au plâtre, était lancée sans aucun cintre de support avec un gabarit pour seul guide. Sur cette voûte était posé un lit de briques plates, trois trous, hourdées au mortier de ciment. Sur cet ensemble, la voûte définitive en béton armé était construite comme sur un coffrage ordinaire. Après la prise, le lit de briques hourdées au plâtre était enlevé. Le procédé s'est révélé très commode dans un chantier déjà très encombré. La paroi hyperbolique du réservoir a été réalisée en béton précontraint.

La conduite des travaux de confection du voile s'est faite de la manière suivante :

- exécution du coffrage extérieur.
- Mise en place du ferrailage de répartition et des tubes gaines.
- Mise en place des aciers de précontrainte.
- Mise en place du coffrage intérieur et exécution au fur et à mesure de la coulée du béton en opération continue.
- Mise en place de la ceinture crénelée de la cote 48,00, servant de support aux vérins de précontrainte.

*Le Réservoir de Fédala - Vue aérienne*



- Mise en contrainte des aciers au moyens de vérins triples, vérification des efforts de précontrainte et blocage des aciers dans des cones avec clavettes d'ancrage.
- Injection d'une coulis de ciment liquide dans les gaines à une pression d'injection de 7 kilos par centimètre carré.

Une couche de peinture vitrifiante, couleur ciment, a été passée sur les parois extérieures de l'ouvrage avant démontage de l'échafaudage de construction.

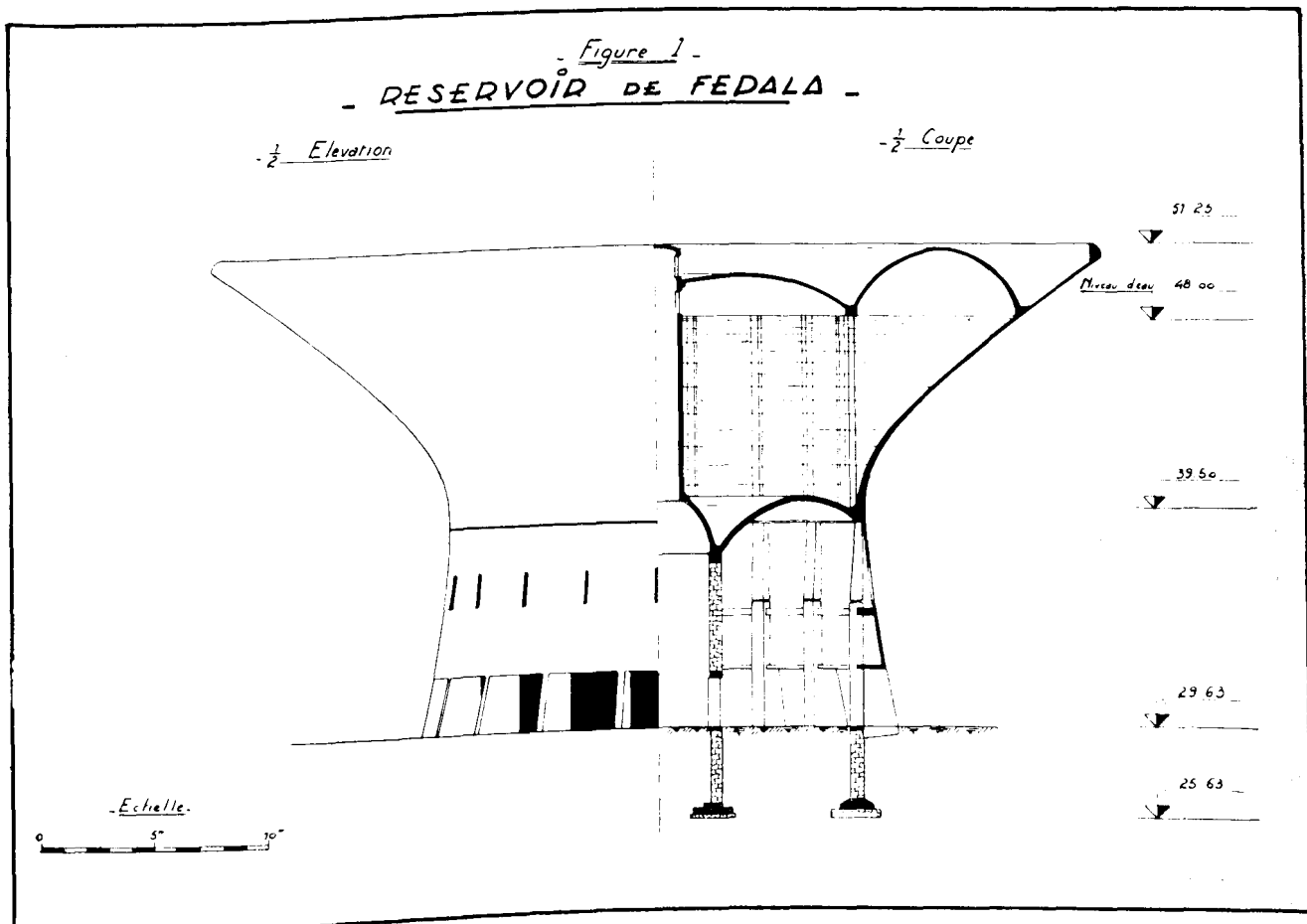
Les essais de réception ont eu lieu fin octobre 1957 et ont démontré la parfaite tenue de l'ouvrage. Seules quelques taches d'humidité sont apparues à la naissance de la voûte de fond de cuve. Ces taches se sont rapidement résorbées.

L'équipement hydraulique de l'ouvrage a été réalisé au moyen de robinets à flotteur et vannes, placés sur la canalisation d'amenée et dans le réservoir, afin d'autoriser tous les régimes de marches, depuis le fonctionnement à

de Rabat et de Casablanca avait été jugée disproportionnée aux besoins à satisfaire et trop onéreuse.

Mais ceux qui en avaient conçu le projet et qui le mirent à exécution estimaient au contraire qu'elle ne suffirait à couvrir les besoins, en constant développement, des villes desservies que pendant une période de l'ordre de 15 à 20 ans. Cette opinion a été entièrement corroborée par les faits, puisque la capacité de débit maximum du réseau sud, en pointe d'été, n'était encore récemment que de 68.000 m<sup>3</sup>/j. compte tenu d'ailleurs d'un léger remaniement au départ du réservoir de Rabat. Or, la pointe d'été de 1952 avait déjà atteint à Casablanca 70.000 m<sup>3</sup>/j., immédiatement après la mise en service de l'adduction de l'Oum er Rebia ; la pointe d'été de 1957 a dépassé 110.000 m<sup>3</sup>/j.

C'est dire que cette mise en service a eu lieu à une époque particulièrement opportune. La présence de l'adduction de l'Oum er Rebia qui assure dès maintenant à Casablanca un débit de 100.000 m<sup>3</sup>/j. a déjà ainsi permis



niveau plein (fonctionnement libre des robinets) jusqu'au fonctionnement à appel constant sur l'adduction de Fouarat (au moyen des vannes de réglage). Le réglage définitif essaiera de concilier ces deux extrêmes et sera mis au point au cours de la première année d'exploitation.

Le réservoir de Fédala constitue ainsi un ouvrage de très haute technique qui peut rivaliser avec les réalisations les plus modernes.

Il valorise considérablement l'adduction d'eau du Fouarat, construite en 1931-1933 pour satisfaire aux besoins des villes de la côte. On sait qu'à l'époque la construction d'une adduction de 140 kilomètres, destinée principalement à assurer l'alimentation en eau de Kénitra,

de reporter progressivement les fournitures d'eau du Fouarat vers les villes d'amont et tout particulièrement vers Kénitra, Salé, Rabat et Fédala.

Des travaux complémentaires de faible importance, achevés en 1953, ont permis de porter le débit de l'adduction du Fouarat à 105.000 m<sup>3</sup>/j.

Ces chiffres montrent ainsi toute l'importance des aménagements successifs apportés à l'adduction du Fouarat, conduite alimentaire essentielle des villes de la côte, y compris Casablanca.

Le réservoir de Fédala va permettre, dans le cadre de ces aménagements, de doter le réseau de distribution de cette ville de sa pleine efficacité.