

PERDAS DE ÁGUA PELA ALBUFEIRA DA BARRAGEM DE OUIZERT. ESTUDOS DE DIAGNÓSTICO E DE REABILITAÇÃO

WATER LOSS FROM THE RESERVOIR OF OUIZERT DAM. DIAGNOSTIC AND REHABILITATION STUDIES

Pimenta, Lurdes; *Aqualogus, Lisboa, Portugal, lpimenta@aqualogus.pt*
Roque, Magda; *Aqualogus, Lisboa, Portugal, mroque@aqualogus.pt*
Sardinha, Ricardo; *Aqualogus, Lisboa, Portugal, rsardinha@aqualogus.pt*
Martins Carvalho, José; *TARH, Sacavém, Portugal, jmc@tarh.pt*
Djir, Khaled; *ANBT, Argel, Argélia, djir.khd anbt @gmail.com*

RESUMO

A Barragem de Ouizert, cuja construção foi concluída em 1986, localiza-se no rio Sahouat, Argélia, na província Mascara, a cerca de 17 km a Sul da cidade de Ain-Fekan. Destina-se ao abastecimento público das cidades de Oran e Arzew e à irrigação de perímetros de rega a jusante da barragem. Trata-se de uma barragem com perfil tipo de aterro, 60 m de altura máxima e um volume armazenado de cerca de 100 hm³ que domina uma bacia hidrográfica de 2100 km². Desde o início do enchimento da albufeira nunca foi atingido o NPA definido no projecto, devido a perdas de água a partir das vertentes da margem esquerda da albufeira que apresentam uma relação directa com o nível de água armazenado e terão atingido caudais máximos de cerca de 1300 l/s. No presente artigo apresenta-se a análise integrada da caracterização da situação de referência, dos resultados do reconhecimento de superfície realizado, do modelo geológico-geotécnico da área interessada nos movimentos de água subterrâneos e dos resultados da análise dos dispositivos de observação instalados. Apresenta-se ainda os trabalhos de prospecção complementar com vista à fundamentação do projecto da solução de impermeabilização.

ABSTRACT

Ouizert dam, whose construction was completed in 1986, is located in the river Sahouat, Algeria, Mascara province, about 17 km south of the city of Ain-Fekan. It is intended for public supply of the cities of Oran and Arzew and irrigation of downstream areas. It is an earthfill dam with 60 m maximum height and storage volume of about 100 hm³ dominating a watershed of 2100 km². Since the beginning of the first filling the reservoir has never reached the NWL defined in the project, due to water loss from the left bank of the reservoir that is directly connected with the level of water stored and will have reached maximum flow rates of about 1300 l/s. In this paper the integrated analysis of the reference situation, the results of surface geological survey, the geological and geotechnical model of the area interested in underground water movements and the results of the installed observation devices are presented. Also the additional geological and geotechnical works to support the design of the rehabilitation solution are described.

1 - INTRODUÇÃO

A barragem de Ouizert localiza-se no rio Sahouat, na Província de Mascara, no Norte da Argélia e foi concluída em 1986 com o objectivo de fornecer água às cidades de Oran e Arzew e para beneficiação de áreas de regadio localizadas a jusante da barragem.

Desde a construção da barragem, a albufeira nunca atingiu o nível de pleno armazenamento (NPA), definido à cota (448), tendo sido identificadas diversas ressurgências, num afluente do rio Sahouat, na margem esquerda.

Ao longo dos anos foram realizados alguns estudos para caracterização da margem esquerda da albufeira, na proximidade da barragem, que incluíram trabalhos de prospecção geotécnica e a instalações de piezómetros, com o objectivo de identificar as origens das ressurgências, de avaliar a sua relação com os níveis de água da albufeira e de acompanhar a evolução da situação ao longo dos anos.

Da análise dos dados de base disponíveis, conclui-se que, pelo menos uma parte dos volumes de água das ressurgências tenha efectivamente origem na albufeira da barragem de Ouizert.

O contexto geológico local é constituído por depósitos detríticos conglomeráticos do tipo *poudingues* assentes em discordância sobre um maciço rochoso do tipo *flysch*, composto, essencialmente por grés e calcários. Quer os *poudingues* quer o *flysch* apresentam permeabilidades muito variáveis, pelo que se

admite que ambas as formações possam contribuir para a constituição de caminhos preferenciais de circulação subterrânea, dando origem a perdas de água a partir da albufeira.

Os estudos já realizados fundamentaram a definição conceptual do modelo geológico e hidrogeológico geral da zona em questão e a definição de um programa de prospecção complementar, de modo a detalhar as soluções de reabilitação a implementar em fases subsequentes dos estudos.

2 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DO APROVEITAMENTO

A barragem de Ouizert localiza-se numa secção do vale do rio Sahouat, a jusante da confluência dos rios Taghia e Saïda, a cerca de 17 km para Sul de Ain-Feken, na Wilaya de Mostaganem, no Norte da Argélia (Figura 1).

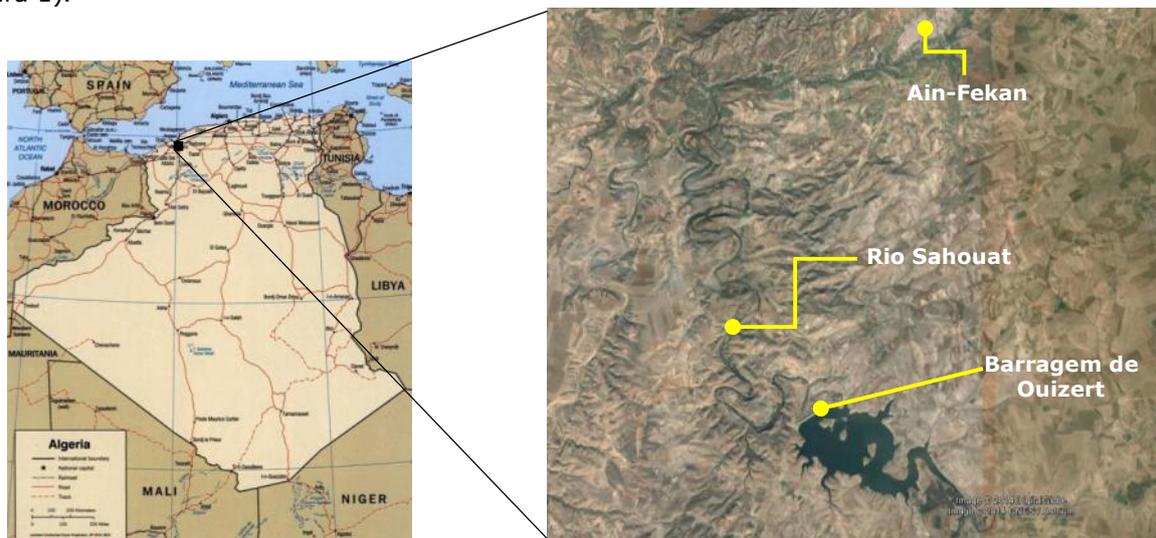


Figura 1 – Localização da Barragem de Ouizert

Trata-se de uma barragem de terra zonada, com núcleo central impermeabilizante, com cerca de 950 m de comprimento, altura máxima de 60 m e coroamento à cota (451). O aterro apresenta o talude de montante inclinado 1:1,8 (V:H) e 1:1,35 (V:H), respectivamente abaixo e acima da cota de coroamento da ensecadeira (441), e o talude de jusante inclinado 1:1,17.

A barragem dispõe de um descarregador de cheias principal em canal, com três vãos controlados por comportas e dissipação de energia por salto de ski, localizado na margem direita. Dispõe, também, de um descarregador secundário, do tipo dique fusível, localizado na margem esquerda, com coroamento à cota (450).

Para garantir as condições de estanqueidade da fundação da barragem foi realizada uma cortina de impermeabilização por injeção de caldas de cimento, segundo o eixo da estrutura. Não se registam situações de passagens de água importantes pela fundação da barragem. À cota do NPA (448), a albufeira apresenta uma capacidade total de armazenamento de 99,8 hm³.

Na Figura 2 apresentam-se fotografias do aterro da barragem e do dique fusível.

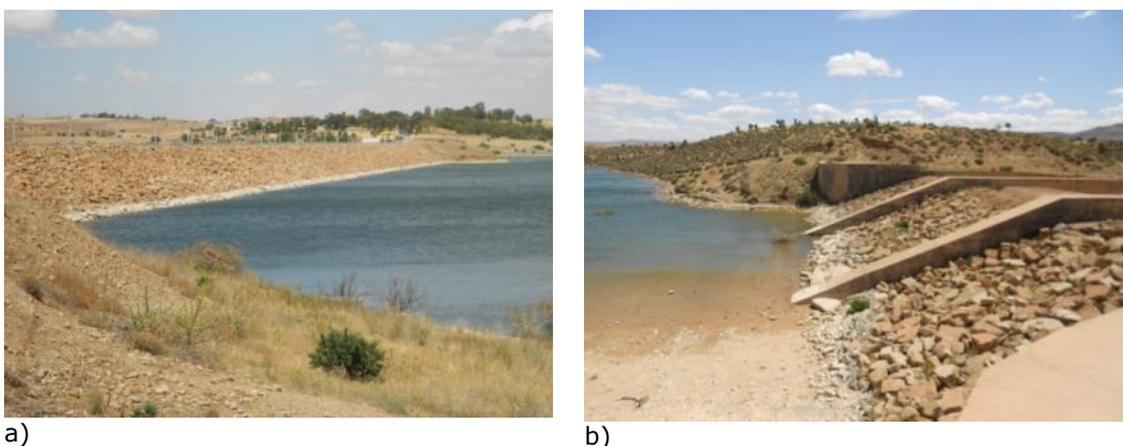


Figura 2 – Barragem de Ouizert: a) Paramento de montante da barragem; b) Dique fusível

3 - QUADRO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

A barragem de Ouizert localiza-se num troço meandriforme do rio Sahouat que entalha terrenos montanhosos constituídos por rochas sedimentares cretácicas, cobertas por sedimentos miocénicos e quaternários.

O substrato rochoso é constituído por formações do tipo *flysch*, datadas do período Cretácico, onde se incluem alternâncias de grés, margas, calcários-gresosos, calcários azuis e calcários marmóreos. O *flysch* dispõe-se em monoclinal, com camadas inclinadas cerca de 5 a 10° para ESSE, segundo a direcção NNE-SSW.

Além da família de fracturas coincidente com a estratificação (NNE-SSW, 5-10°ESE) são reconhecidos outros dois sistemas de fracturação principais. Trata-se de descontinuidades verticais, uma família com direcção N120°-140°E, e a outra com direcção N30°E.

A circulação de água subterrânea nas formações do *flysch* mais carbonatadas promove a dissolução da fracção carbonatada, dando origem a cavidades do tipo *karst* (Figura 3).

O substrato rochoso encontra-se coberto por espessos depósitos do tipo *poudingues* miocénicos, compostos por materiais detríticos conglomeráticos bem rolados de origem continental, unidos por um cimento arenoso, argiloso ou carbonatado. Em alguns locais, a circulação de água conduziu à lavagem do cimento e os *poudingues* adquirem um aspecto carsificado (Figura 3).

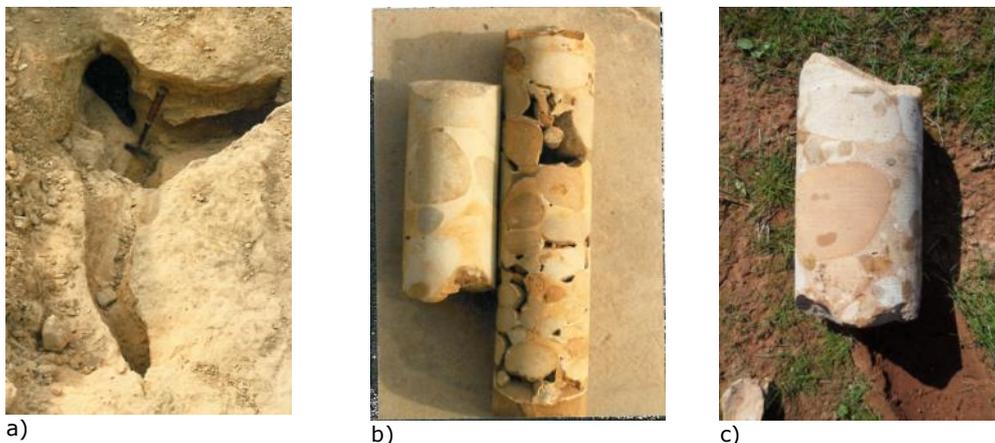


Figura 3 – Pormenores da *flysch* e dos *poudingues*: a) *flysch* carsificado b) carote de *poudingues* sem cimentação (aspecto carsificado); c) carote de *poudingues* com cimentação carbonatada

Os *poudingues* assentam em discordância sobre as formações do substrato, com espessuras muito variáveis, mas que aparentam aumentar no sentido SW, *i.e.*, para montante, preenchendo paleo-relevos criados por erosão do substrato. Estes depósitos foram reconhecidos com uma espessura máxima de 80 m, junto à albufeira, num local onde aparentemente existe uma grande paleodepressão topográfica.

Na Figura 4 apresenta-se uma fotografia elucidativa da sequência litológica dos terrenos no local da barragem.

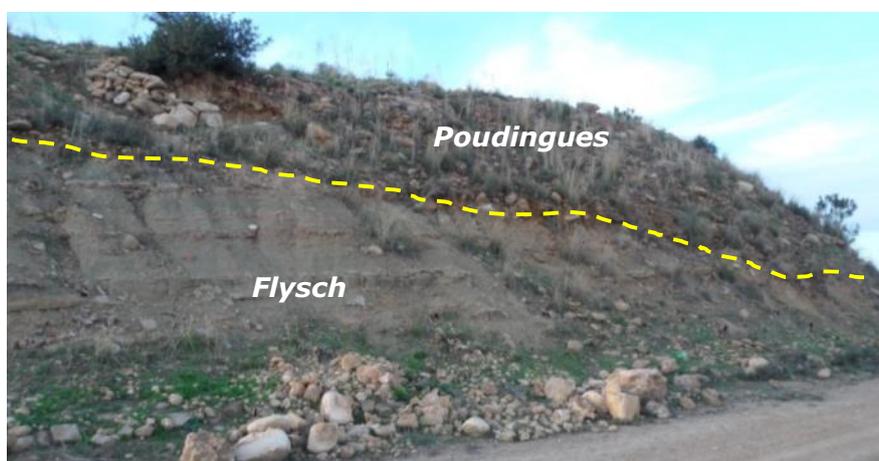


Figura 4 – Sequência litológica dos terrenos (afloramento da margem esquerda do rio)

No que respeita à permeabilidade dos terrenos, os estudos anteriormente realizados indicam que ambas as formações apresentam valores muito variáveis, não se verificando uma significativa redução dos valores de absorção de água em profundidade. Registou-se também que nas zonas de contacto *poudingues-flysch* ocorrem quase sempre elevados valores de absorção. Na Figura 5 apresenta-se um esquema ilustrativo das absorções registadas em duas sondagens realizadas na margem esquerda da albufeira de Ouizert.

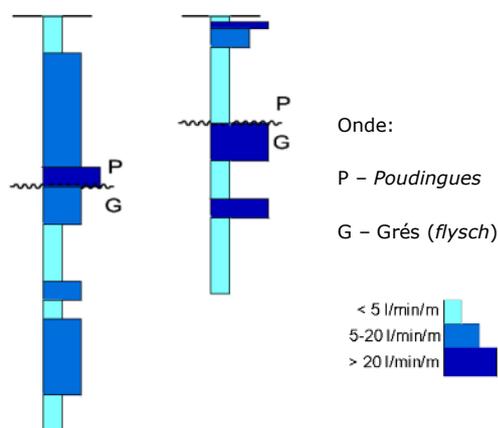


Figura 5 – Esquema tipo da sequência de permeabilidades dos terrenos da margem esquerda da barragem de Ouizert

As formações do *flysch* apresentam uma permeabilidade essencialmente por fracturação, mas também intersticial, nos horizontes mais alterados e fracturados, e, ainda, por carsificação. No caso dos *poudingues*, a permeabilidade é sobretudo intersticial, ocorrendo também por carsificação. Nestas condições, o padrão de circulação subterrâneo torna-se complexo, criando-se zonas preferenciais de percolação em ambas as formações geológicas em causa.

Quer em estudos anteriores, realizados em 2000, quer nos estudos actuais a cargo da Aqualogus, foram efectuadas análises físico-químicas das águas da albufeira e das águas das ressurgências. Em ambas as situações verifica-se que se trata de águas com características semelhantes, confirmando o contributo da albufeira na alimentação das ressurgências. A título de exemplo mostram-se, no Quadro 1, os valores obtidos numa campanha realizada em novembro de 2015.

Quadro1 – Parâmetros físico-químicos das águas (Campanha realizada pela Aqualogus em novembro 2015)

Local	Parâmetros			
	T (°c)	pH	CE (μ S/cm)	TSD (ppm)
Ressurgências da margem esquerda	19,4	6,70	1494	742
Albufeira	18,4	7,42	1490	742
Albufeira	24,0	8,29	1521	762

T – temperatura, CE – condutividade eléctrica; TSD – Total de sólidos dissolvidos.

Da análise dos resultados, verifica-se que os parâmetros condutividade eléctrica (CE) e Total de Sólidos Dissolvidos (TSD) são ligeiramente inferiores nas águas das ressurgências, o que pode dever-se à diluição das águas infiltradas no aquífero em questão.

4 - HISTÓRICO DE RESSURGÊNCIAS NA ÁREA

O histórico de nascentes na zona envolvente à barragem de Ouizert é anterior à construção da barragem e remonta à fase de realização do projecto do aproveitamento, na década de 70.

Os primeiros relatos constam nos relatórios do Projecto de Execução, onde foram identificadas, pelo menos, 4 nascentes no vale a jusante do local da barragem (assinaladas a rosa na Figura 6). Essas nascentes identificaram-se cerca das cotas (384) e (395), numa altura em que o leito do rio Sahouat se encontrava à cota (400).

Posteriormente, e já depois da construção da barragem e conseqüente criação da albufeira, foram registadas ressurgências (assinaladas a azul e amarelo na Figura 6) nos afluentes esquerdos do rio Sahouat (Chabet Aufires e seu afluente direito). Essas ressurgências só foram documentadas após 1987, cerca das cotas (405) e (426).

Na Figura 6 apresenta-se uma imagem de satélite com a localização das diversas ressurgências identificadas e referência às respectivas cotas de ocorrência à data da sua primeira documentação.

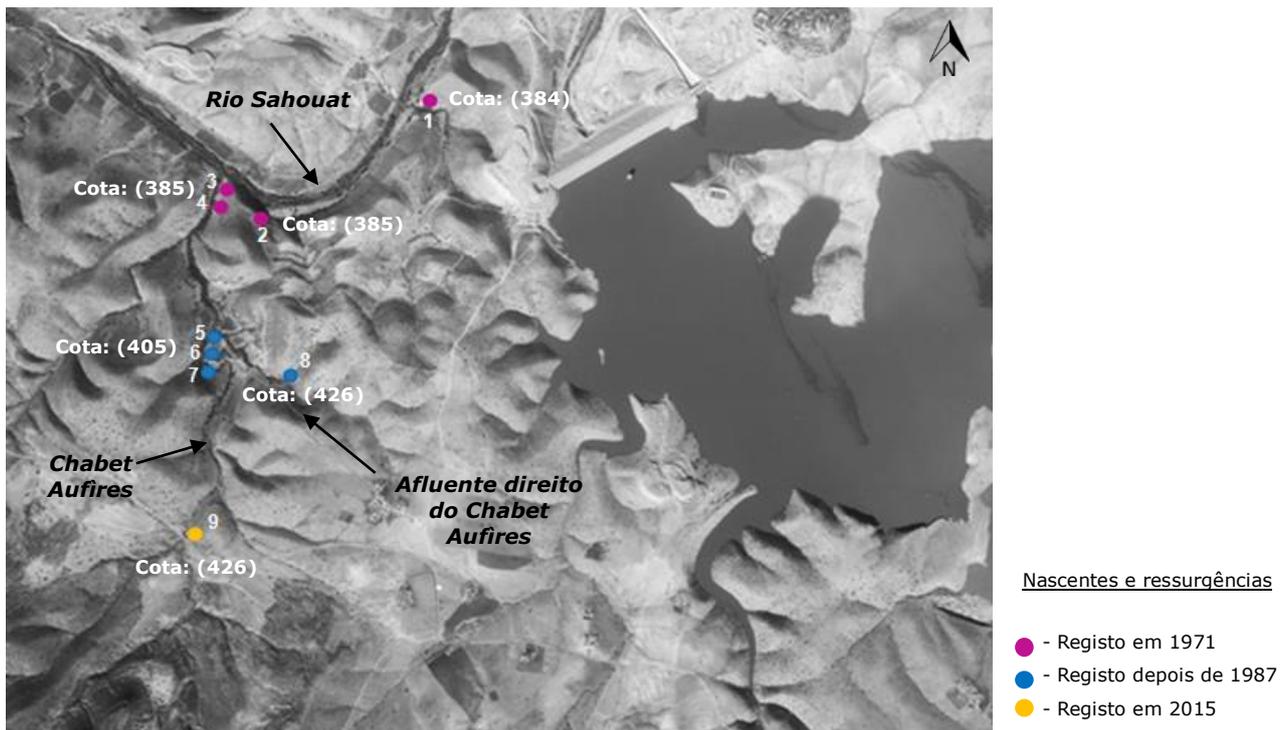


Figura 6 – Localização das nascentes e ressurgências na margem esquerda da barragem de Ouziert (fonte Google Earth)

Ao longo dos anos, há registo de variação das cotas das ressurgências com a variação da cota do nível de água na albufeira, o que é visível a partir da comparação de imagens de satélite de anos diferentes. Na Figura 7 apresentam-se uma imagem de satélite da zona das ressurgências 5, 6, 7, 8 e 9, de 2009, quando a albufeira se encontrava à cota (424,8), e outra de 2012, com a albufeira à cota (439,6).

Não obstante a relação entre o nível de água na albufeira e as ressurgências reconhecidas, há que assinalar que a importância relativa da albufeira e do aquífero nas ressurgências não está, à data, clarificada.

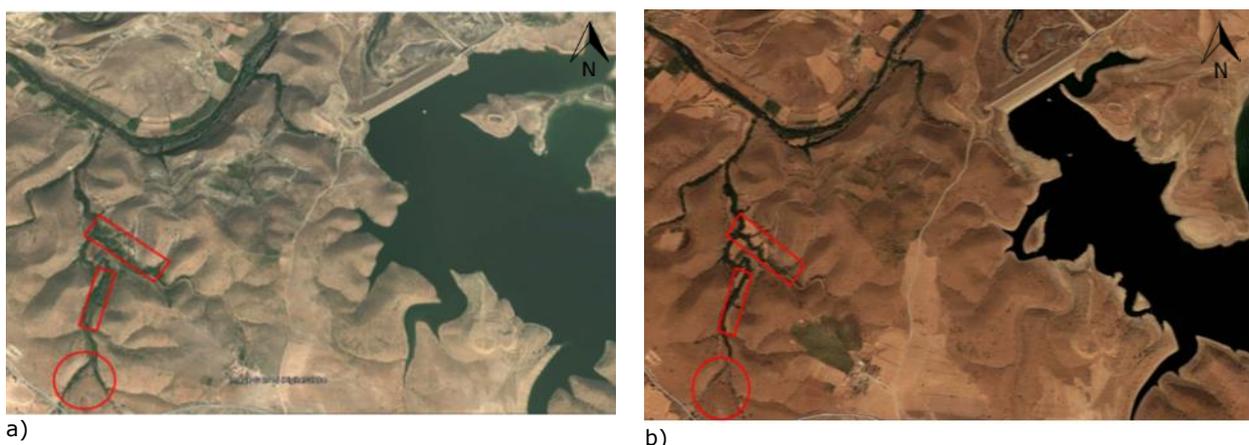


Figura 7 – Imagens de satélite das zonas das ressurgências 5, 6, 7, 8 e 9 (fonte Google Earth): a) 07-10-2009, albufeira à cota (424,8); b) 02-09-2012, albufeira à cota (439,6)

Em relação aos volumes de água das ressurgências, estes têm sido avaliados de forma expedita ao longo dos anos, uma vez que não foram instalados dispositivos de medição de caudais. As únicas medições de que se dispõe reportam à década de 90 e apresentam-se no Quadro 2.

Trata-se de caudais significativos, variáveis entre cerca de 35 l/s e 197 l/s.

Quadro 2 – Caudais médios das ressurgências no início da década de 90

Data	Cota da albufeira	Volumes (l/s)
15-01-1990	421,20	34,7
20-02-1990	422,08	120
13-03-1990	421,87	173
23-01-1991	421,44	197

5 - ANÁLISE DOS DADOS DE OBSERVAÇÃO

Dos trabalhos anteriormente realizados na margem esquerda da barragem de Ouzert foram disponibilizados *logs* de sondagens geotécnicas e dados de leituras piezométricas e do nível de água da albufeira no período entre janeiro de 2010 e setembro de 2015.

A localização dos piezómetros instalados encontra-se esquematicamente representada na Figura 8.

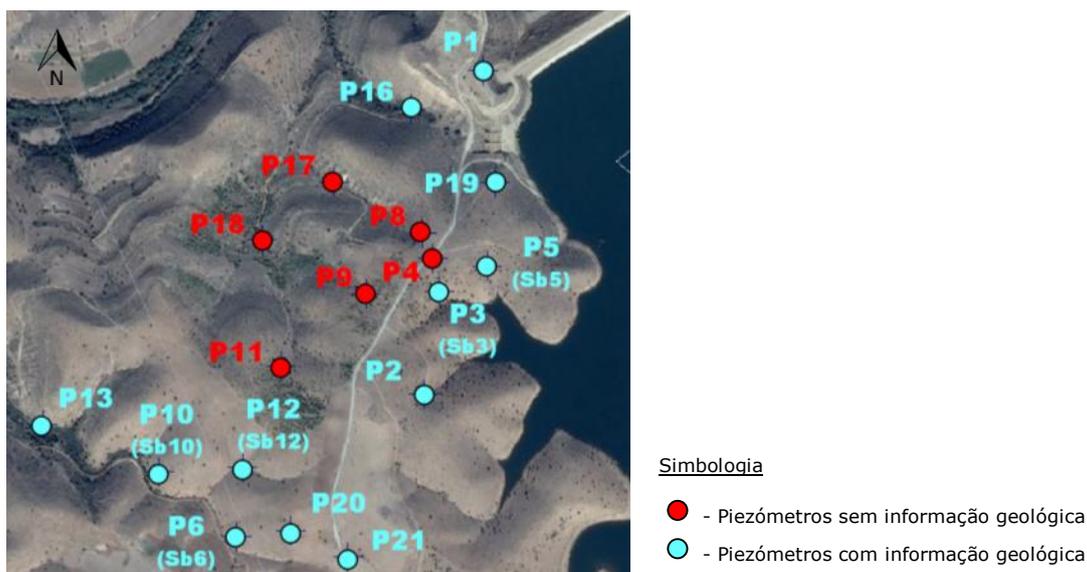
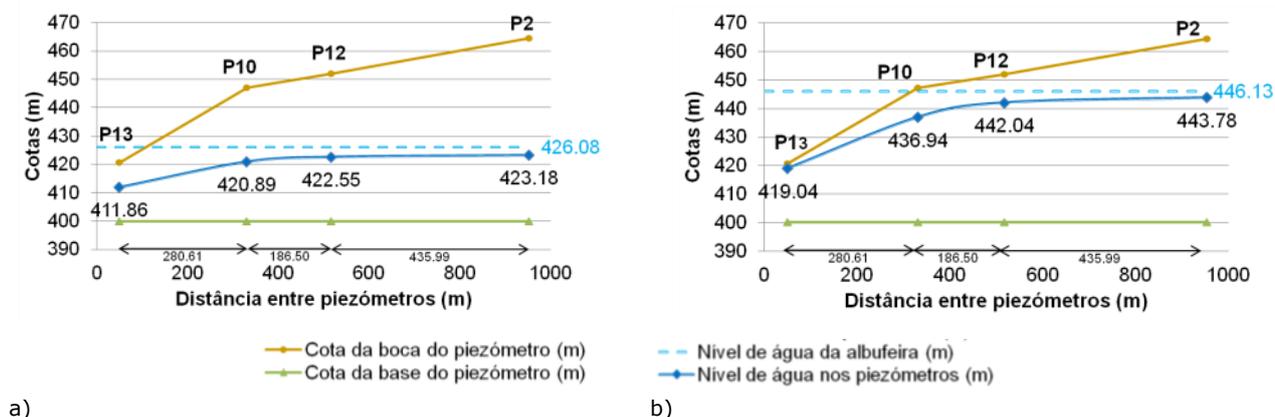


Figura 8 – Localização dos piezómetros instalados na margem esquerda da albufeira de Ouzert (fonte Google Earth)

Da observação dos dados conclui-se que, para a mesma data, os valores obtidos nos piezómetros são, na generalidade, inferiores aos níveis da albufeira, registando-se uma perda de carga, mais ou menos gradual, em função da distância dos piezómetros em relação à albufeira. De forma a ilustrar esta situação, apresentam-se, na Figura 9, dois gráficos de leituras realizadas em datas diferentes: 21-09-2011, correspondente a um nível baixo da albufeira – cota (426,08) - e 11-04-2015, correspondente a um nível elevado da albufeira – cota (446,13), onde se representam simultaneamente os níveis piezométricos em diversos piezómetros, o nível de água na albufeira e as cotas de base e topo desses piezómetros. Na Figura 10 apresenta-se o alinhamento do perfil de piezómetros analisado.



a)

b)

Figura 9 – Variação dos níveis piezométricos e da albufeira: a) leituras realizadas a 21-09-2011; b) leituras realizadas a 11-04-2015

6 - MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL

A barragem de Ouizert localiza-se numa zona montanhosa, onde o substrato rochoso é constituído por formações do tipo *flysch*, cobertas por espessuras variáveis de depósitos detríticos de origem continental do tipo *poudingues*.

Trata-se em ambos os casos de formações com permeabilidades muito variáveis, em função das características do maciço (grau de alteração, fracturação, abertura das fracturas, presença de zonas carsificadas, etc.).

Anteriormente à construção da barragem, portanto em regime não influenciado, o nível freático estava instalado quer nos *poudingues*, quer no *Flysch* e acompanhava a topografia.

Actualmente, em regime de escoamento influenciado pela albufeira, a percolação subterrânea tende a seguir igualmente a topografia, na direcção do rio Sahouat (meandro a jusante da barragem), mas com subsistemas em direcção aos seus afluentes esquerdos (*Chabet Aoufères* e afluente direito). O bordo da albufeira funciona como uma linha a potencial constante, sendo que para o nível de água em abril de 2015, à cota (446,13), o gradiente era de cerca de 0,025.

Na Figura 12 apresenta-se a carta geológica e hidrogeológica esquemática da zona afectada à margem esquerda da albufeira de Ouizert e, nas Figuras 13 e 14, apresentam-se dois cortes geológicos representativos das condições locais.

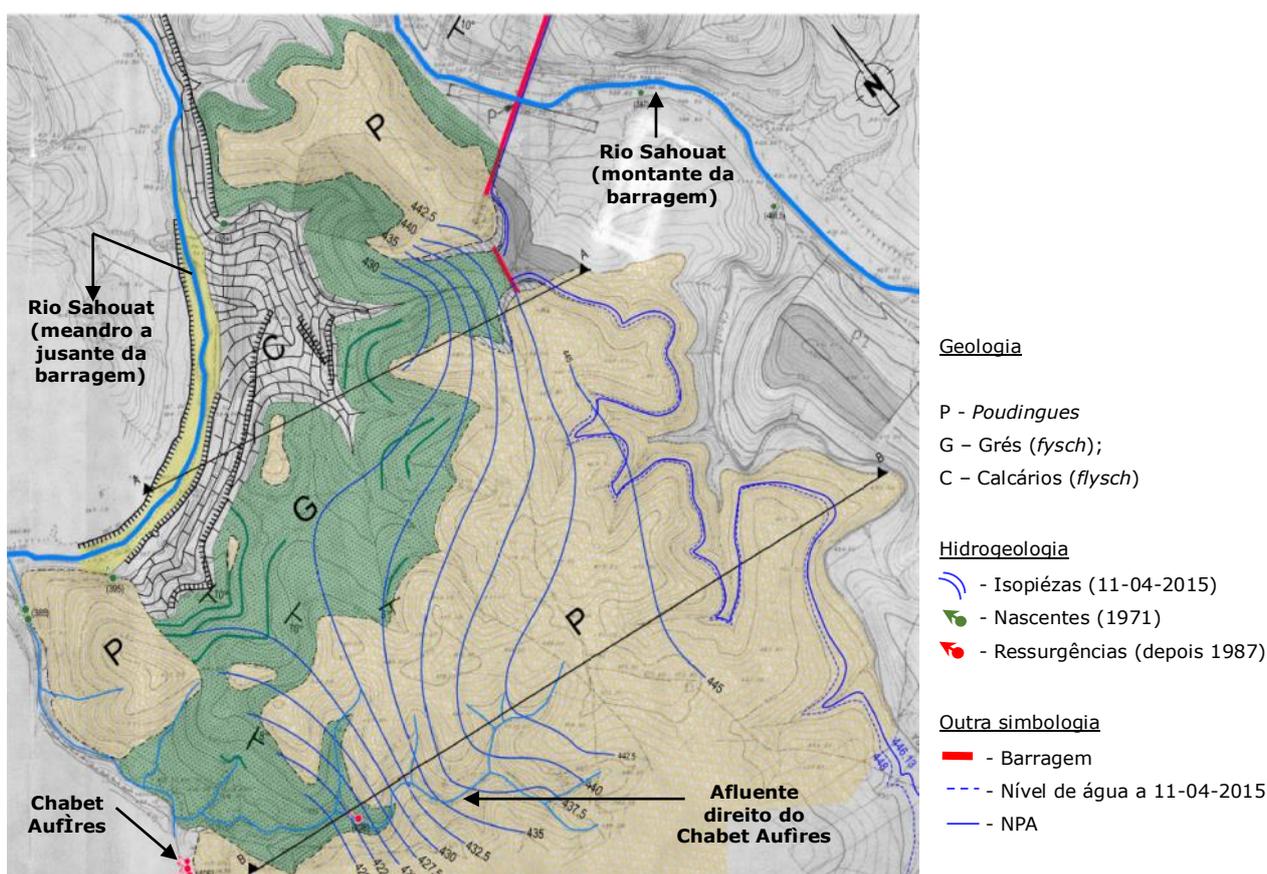


Figura 12 – Carta geológica e hidrogeológica da margem esquerda da albufeira da barragem de Ouizert

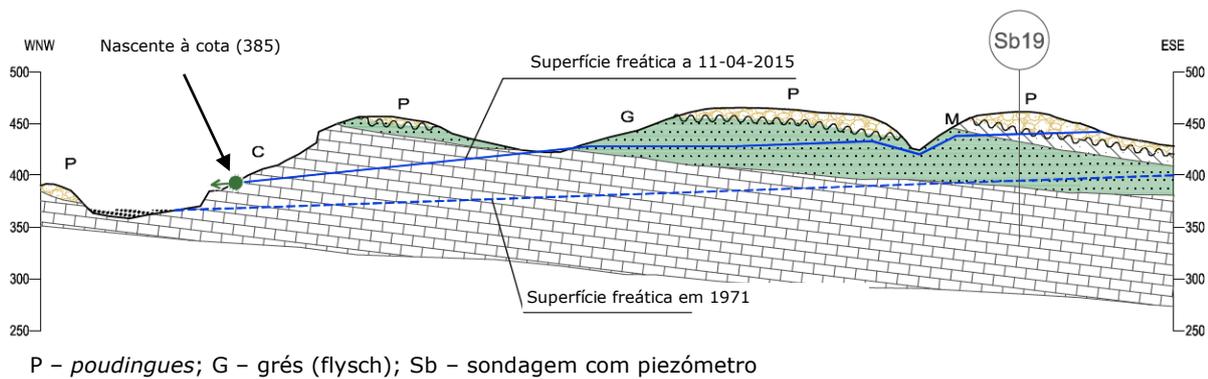


Figura 13 – Perfil geológico e hidrogeológico esquemático. Perfil A-A

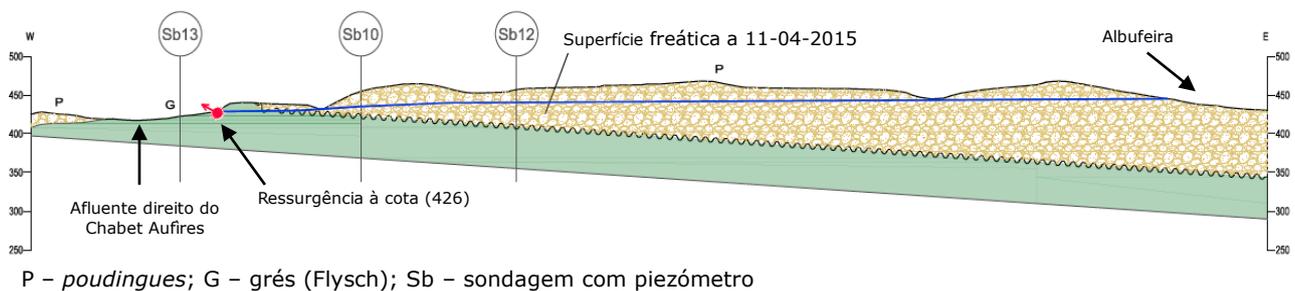


Figura 14 – Perfil geológico e hidrogeológico esquemático. Perfil B-B

No que se refere às condições de percolação do meio, da análise dos ensaios Lugeon disponibilizados e, sobretudo, dos ensaios de bombagem realizados nas formações do *flysch* da margem esquerda da albufeira, recorrendo à aproximação de Logan e ao método de recuperação de Theis, estimou-se uma condutividade hidráulica (k) média de 5×10^{-6} m/s (0,43 m/dia) para essas formações.

Nestas condições, e considerando uma superfície de escoamento de 1 500 m e uma espessura saturada de 40 m são esperados, para um ponto de descarga situado à cota (385), caudais da ordem dos 4 a 11 l/s, consoante a cota da albufeira, como se mostra no Quadro 3.

Quadro 3 – Estimativa de caudais para diferentes cotas do nível de água da albufeira

Cota da albufeira	Cota do ponto de descarga	ΔH (m)	L (m)	k (l/s)	b (m)	h (m)	Q (l/s)
425	385	40	1 500	5×10^{-6}	1 200	26,67	4,27
430	385	45	1 500	5×10^{-6}	1 200	30,00	5,40
435	385	50	1 500	5×10^{-6}	1 200	33,33	6,67
440	385	55	1 500	5×10^{-6}	1 200	36,67	8,07
445	385	60	1 500	5×10^{-6}	1 200	40,00	9,60
448	385	63	1 500	5×10^{-6}	1 200	42,00	10,58

ΔH – variação de carga hidráulica; L - comprimento; K – condutividade hidráulica; b – largura; h – altura; Q - caudal

Para o caso dos *poudingues* estimaram-se coeficientes médios de condutividade hidráulica da cerca de 7×10^{-6} m/s (0,6 m/dia), pelo que se as percolações na margem esquerda da barragem de Ouizert se processassem essencialmente por estas formações, corresponderiam a caudais da ordem de 13 l/s.

Estes valores comparados com os caudais medidos nas ressurgências são substancialmente mais baixos, afigurando-se que o meio será bastante heterogéneo em termos de permeabilidade, ocorrendo as descargas em pontos a jusante de zonas preferenciais de circulação onde a permeabilidade deverá ser superior à permeabilidade média do meio. Admite-se também que haja um contributo de águas de infiltração ao longo do percurso, mas será necessário promover a medição rigorosa dos caudais das ressurgências.

A similaridade dos parâmetros físico-químicos medidos nas águas da albufeira e nas águas das ressurgências, de que são exemplo as leituras de novembro de 2015 apresentadas no Quadro 1, confirmam as perdas de águas a partir da albufeira através de um meio que promove uma circulação rápida e relativamente pouco profunda.

7 - CAMPANHA DE PROSPECÇÃO A REALIZAR

Tendo em conta as considerações anteriores definiu-se uma campanha de prospecção que visa por um lado complementar a caracterização geológica e geotécnica disponível sobre a área de estudo e rectificar ou ratificar o modelo geológico e hidrogeológico definido e, por outro lado, avaliar a extensão do problema.

A compreensão do modelo hidrogeológico da região é essencial, sendo, por isso, necessário, determinar parâmetros como a condutividade hidráulica e a porosidade eficaz das formações geológicas em causa e que contribuem para a percolação subterrânea de água a partir da albufeira. Embora se disponha de dados dos trabalhos anteriores, estes dados não se afiguram representativos das características do meio.

A campanha a realizar incide na margem esquerda do rio Sahouat, na zona entre a albufeira da barragem e os respectivos afluentes esquerdos onde se registam as ressurgências, essencialmente a montante do local onde já existe informação geológica e piezométrica disponível.

A campanha incluirá a realização de sondagens geotécnicas carotadas, acompanhadas da execução de ensaios Lefranc e Lugeon; sondagens hidrogeológicas com ensaios de bombagem; e ainda, sondagens eléctricas verticais e perfis geoelectricos com leituras a duas profundidades.

Na Figura 15 apresenta-se o esquema de localização dos trabalhos de prospecção a realizar, identificando-se também a localização dos trabalhos de prospecção anteriores.

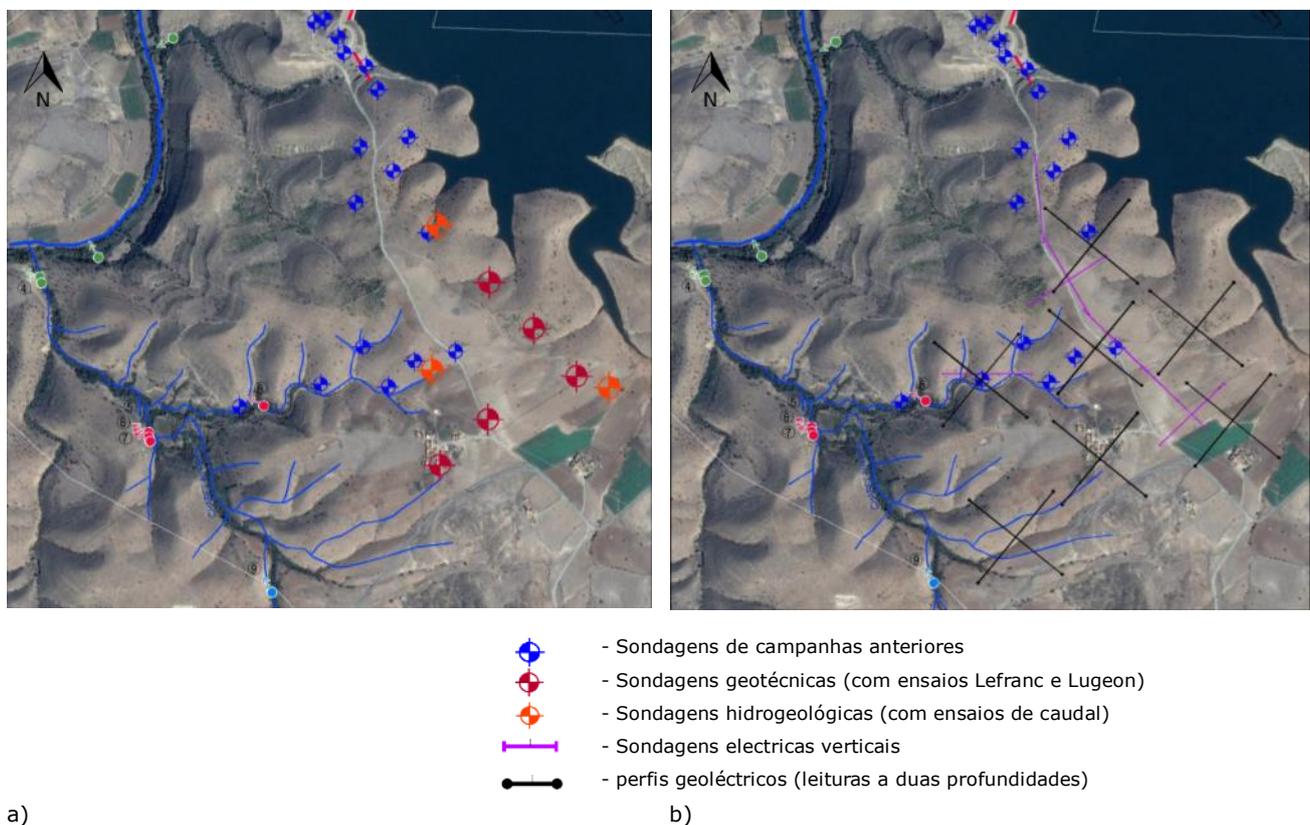


Figura 15 – Localização dos trabalhos de prospecção (fonte *Google Earth*): a) sondagens geotécnicas e hidrogeológicas; b) sondagens eléctricas e perfis geoelectricos

Tanto as sondagens geotécnicas como as sondagens hidrogeológicas pretendem atingir a cota (385), ou seja, cerca de 15 m abaixo do nível freático não influenciado pela albufeira (cota do leito do rio antes da construção da barragem). Desta forma, os trabalhos a realizar visam reconhecer as características quer dos *poudingues*, quer das formações do *flysch*.

Nas novas sondagens serão instalados piezómetros. A leitura dos níveis de água nos piezómetros já instalados será realizada sistematicamente durante a campanha de prospecção, nomeadamente durante a realização dos ensaios de bombagem.

A realização dos trabalhos de prospecção geofísicos (sondagens eléctricas e perfis geoelectricos) pretende avaliar a continuidade das características geológicas e hidrogeológicas dentro do perímetro de estudo.

A campanha de prospecção incluirá também a medição *in situ* e em laboratório dos parâmetros físico-químicos principais (pH, T, TSD, CE, iões maiores e iões ferro e flúor) das águas subterrâneas e das águas da albufeira. As águas subterrâneas serão recolhidas nos furos das sondagens hidrogeológicas (com diâmetro que permite a introdução de amostradores e sondas de medição *in situ*).

De forma a poder comparar os resultados das análises físico-químicas das águas com as das águas de descarga natural do sistema, serão também analisadas, *in situ* e em laboratório, amostras de águas recolhidas em nascentes naturais de zonas não influenciadas pela albufeira.

8 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A barragem de Ouizert, em Mascara, no Norte da Argélia, foi finalizada em 1986 com o objectivo de fornecer água às cidades de Ain-Fekan e Arzew para fins de abastecimento público, industrial e agrícola. Após o primeiro enchimento, a barragem nunca atingiu o NPA, definido à cota (448), tendo-se registado diversas ressurgências na margem esquerda da barragem que são alimentadas pela albufeira.

A barragem localiza-se numa zona onde o substrato rochoso é formado por alternâncias de grés e calcários do tipo *flysch*, coberto por espessuras consideráveis de depósitos conglomeráticos – *poudingues*. Ambas as formações apresentam permeabilidades muito variáveis. Nestas condições o padrão de circulação é complexo e processa-se em ambas as formações, essencialmente, através de caminhos preferências onde as permeabilidades serão superiores às do meio envolvente.

Da análise dos dados de base disponíveis, conclui-se que, a construção da barragem com criação de uma albufeira a montante, deu origem a uma alteração do sistema de circulação subterrânea. Actualmente, o escoamento subterrâneo acompanha a topografia em direcção aos vales localizados a NE da barragem, com subsistemas direccionados para Este, em direcção aos afluentes onde se registam as ressurgências.

A partir da análise da piezometria, que é influenciada pelos níveis de água da albufeira, verificou-se que existe um reservatório de água na margem esquerda correspondente à extensão subterrânea da albufeira, que se desenvolvem na direcção dos afluentes onde se registam as principais ressurgências.

As características físico-químicas das águas das ressurgências são semelhantes às da albufeira, confirmando a sua origem na albufeira e conduzindo à conclusão de que se está perante um meio que promove uma circulação rápida e relativamente pouco profunda.

A extensão do problema das perdas de água a partir da margem esquerda da albufeira de Ouizert não está ainda devidamente identificada, carecendo de dados de caracterização relativamente a parâmetros hidrogeológicos como a porosidade eficaz do sistema, para a compreensão do modelo hidrogeológico da região.

Desta forma, está em curso uma campanha de prospecção complementar, que inclui sondagens geotécnicas, com ensaios Lugeon e Lefranc; sondagens hidrogeológicas, com ensaios de bombagem e trabalhos de prospecção geofísica. Serão também analisadas amostras de água das ressurgências, da albufeira e das águas de nascentes naturais de zonas não influenciadas pela albufeira.

A análise subsequente dos resultados permitirá rectificar ou ratificar o modelo hidrogeológico conceptual definido, avaliar a eventual extensão do problema para áreas mais a montante e detalhar as soluções de tratamento mais viáveis do ponto de vista técnico e económico.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam o seu agradecimento à Agence Nationale des Barrages et Transferts da Argélia - ANBT, pela autorização na divulgação dos dados e pelo acompanhamento nas visitas de reconhecimento efectuadas.

BIBLIOGRAFIA

AQUALOGUS (2015). Etude d'Etanchéisation de la Rive Gauche de la Cuvette du Barrage Ouizert en Exploitation Dans la Wilaya de Mascara. Mission 1 – Examen et Critique des Données Existants et Visites des Experts.

AQUALOGUS (2015). Etude d'Etanchéisation de la Rive Gauche de la Cuvette du Barrage Ouizert en Exploitation Dans la Wilaya de Mascara. Mission 2 – Définition des Reconnaissances Géophysiques, Géologiques et des Essais d'eau.

ENERGOPROJEKT (1973). Barrage d'Ouizert. Phase C. Avant-Projet Détaillé. Tomes 1/4, 2/4, 3/4 et 4/4 – Résultats des Travaux de Reconnaissances et Essais.

SOCIETE GENERALE POUR L'INDUSTRIE - INGENIEURS-CONSEILS (1979). Aménagement d'El Fakia. Barrage et Ouvrages Annexes. Note sur les Options Techniques. Volume 1.

SOCIETE GENERALE POUR L'INDUSTRIE - INGENIEURS - CONSEILS (1982). Aménagement d'El Fakia. Etanchéité de la Cuvette. Rapport Final. Mission II. Assistance Technique.

UKRVODPROEKT ET ENHYD (2000). Etude du Problème des Pertes d'Eau par Infiltration à travers la Rive Gauche de La Retenue du Barrage d'Ouizert. Mission I : Diagnostic General.

TORAN ET CIA (1970). Rapport Complémentaire - Géologie et construction.

TORAN ET CIA (1970). Étude Préliminaire du site de Ouizert sur l'Oued Sahouate (Oranie).

TORAN ET CIA (1970). Étude Préliminaire des Barrages Projetés dans l'Oranie. Plan de la Cuvette d'Ouizert.

Fotografias aéreas nº49, 50, 51, 52 e 54 de 1994.

Feuille Ouest de la Carte Géologique d'Algérie, échelle 1 :500 000 (Direction du Commerce de l'Énergie et de l'Industrie, 1951-1952).

Feuille 212 (Mascara) de la Carte Géologique d'Algérie, échelle 1 :50 000 (Service Géologique de l'Algérie, 1992).

Feuille 273 (Berthelot) de la Carte Géologique d'Algérie, échelle 1 :50 000 (Service Géologique de l'Algérie, 1967).