



## **BARRAGE DE FOUM EL GHERZA FACE AU PROBLEME DE FUITES D'EAU**

**TOUMI A.<sup>1</sup>, REMINI B.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Chercheur, ENSH, Blida, Algérie, toumiouaheb@yahoo.fr*

<sup>2</sup> *Professeur, Université de Blida, Algérie*

*Chercheur au laboratoire larhyss*

*remini@mail.univ-blida.dz*

### **RESUME**

Le problème des fuites d'eau dans les retenues de barrages préoccupe les services de l'hydraulique. En effet, en plus des pertes en eau précieuse. Il peut même mettre en péril la sécurité des ouvrages et par conséquent présente des menaces sur les biens et les populations se trouvant en aval.

Le barrage de Foum-el-Gherza est l'un des barrages algériens fortement sujets à ce problème épineux (TOUMI et REMINI, 2003). Dans le but de lutter contre ce dernier nous avons entamé une étude appliquée à ce barrage, afin de déterminer les endroits idéaux où des travaux d'étanchéité devront être effectués.

Les résultats obtenus témoignent de la complexité du problème. Malgré cela, ils permettent d'une part de dresser une méthodologie nous permettant d'entreprendre l'étude de ce genre de phénomène. D'autre part ils permettent aussi d'ouvrir d'autres axes de recherche sur ce domaine.

### **MOTS CLES:**

Barrages, Algérie, Foum el Gherza, rives, fuites, eau

### **I. INTRODUCTION**

En plus de la faible quantité d'eau reçu par nos barrages à cause de la sécheresse qui a touchée le pays depuis une vingtaine d'année, cette quantité se trouve menacée par trois problèmes hydrauliques majeurs qui sont l'évaporation intense, l'envasement accéléré et les fuites d'eau surtout à travers les appuis (TOUMI et REMINI, 2002).

Le problème de fuites revêt une grande importance, surtout pour les pays comme l'Algérie où le développement économique est lié aux quantités d'eau emmagasinées au sein des retenues de barrages.

Le barrage de Foum-el-Gherza est un cas concret où le problème de fuites à travers les appuis est devenu dangereux et épineux, puisque d'une part on assiste chaque année à un accroissement du débit de fuites pour la même côte du lac (TOUMI et REMINI, 2003). D'autre part à la méconnaissance avec précision des endroits de circulation d'eau.

A travers cet article nous traitons le problème de fuites à travers cette infrastructure hydraulique, afin d'arriver à un stade où ce phénomène sera maîtrisé.

## II. PRESENTATION DU BARRAGE DE FOUM-EL-GHERZA

Le barrage de Foum-el-Gherza est un joyau hydrotechnique situé à 20 km à l'est de la ville de Biskra (figure1). Il a été réalisé durant la période 1948 -1950 sur le site le plus approprié dans la région (S.E.G.G.T.H, 2001).

Cet ouvrage d'art a permis à la région de Sidi Okba de garder sa vocation économique basée sur l'agriculture durant un demi siècle, du fait qu'il a aidé à contrer la sécheresse qui sévit dans la région depuis une vingtaine d'années. Ce barrage a permis en outre l'extension des palmeraies.

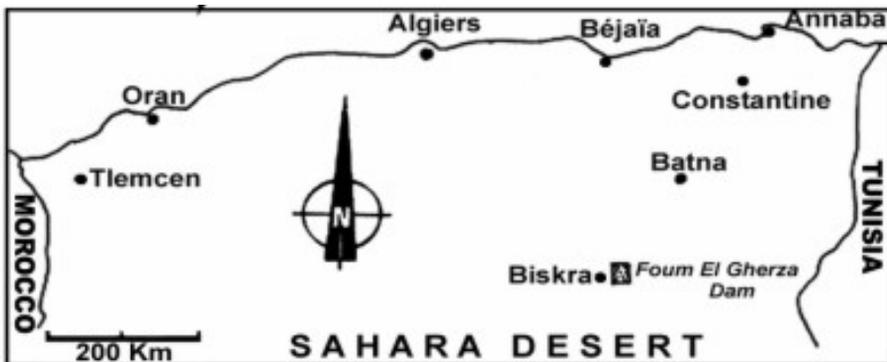


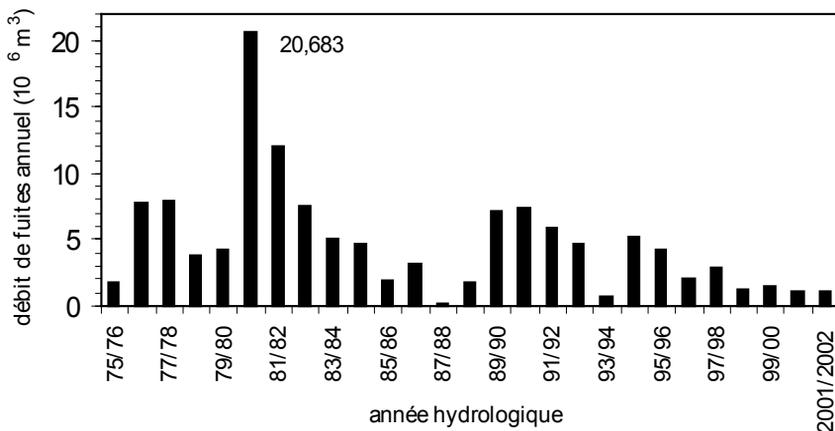
Fig.1: situation géographique du barrage de Foum-el-Gherza Biskra, Algérie

Cette infrastructure traduit l'intelligence de l'être humain étant donné qu'elle se compose de deux parties qui sont une voûte de 126m et une culée de 60m de longueur chacune. Sa hauteur maximale atteint 73m et sa capacité initiale est de l'ordre de 47 millions de mètres cubes (S.E.G.G.T.H., 2001). La photo1 représente une vue de la partie voûte du barrage.



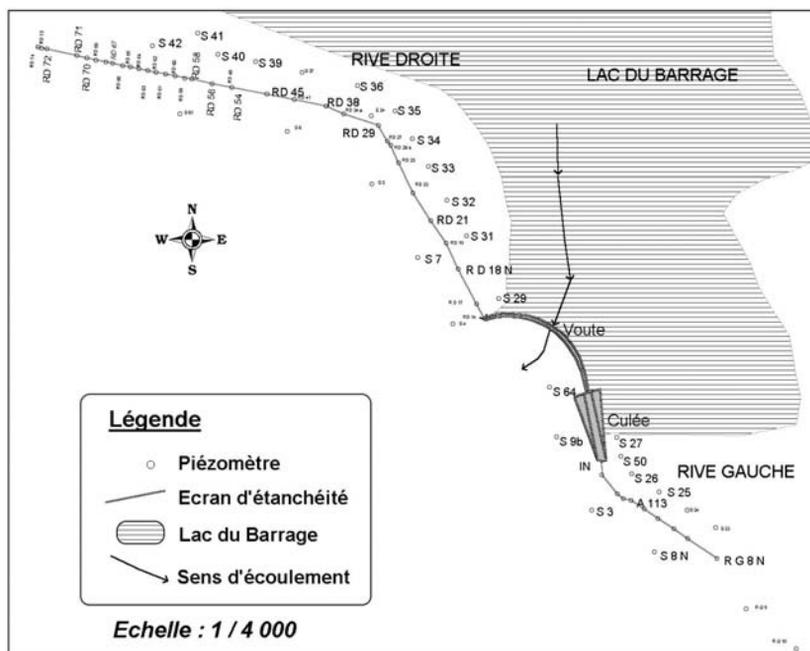
**Photo1 : Barrage de Fom-el-Gherza , Biskra, Algérie. Capacité initiale  $47.10^6 \text{ m}^3$**

Cet ouvrage a un très grand intérêt économique dans la région puisque il permet d'irriguer plus de 300.000 palmiers dattiers des palmeraies de Sidi Okba, Garta, Seriana et Thouda (S.E.G.T.H, 2001; REMINI, 2001). Cependant, il se trouve amputé chaque année d'un volume important estimé en moyenne à 5 millions de  $\text{m}^3$ . Ces pertes sont dues au site d'implantation de cet ouvrage qui est composé de calcaires cristallins du maëstrichtien fissurés jusqu'à une profondeur de 80m (GOUSKOV, 1952). Sur la figure 2 nous représentons la variation annuelle du débit de fuites A.N.B., 2002).



**Fig. 2 : variation annuelle du débit de fuites**

Cette situation a conduit les services de l'hydraulique durant la période 1952 à 1957 à réaliser un voile d'étanchéité (Figure 3) (S.E.G.G.T.H., 2001), mais malheureusement le problème persiste (TOUMI et REMINI, 2003).



**Fig. 3 : disposition des piézomètres par rapport à l'écran d'étanchéité**

Il est à signaler que la diminution du débit de fuites au cours de la dernière décennie est due à un manque de mesure due au comblement des dispositifs de mesure par la vase évacuée du barrage.

### III. MATERIEL UTILISE

Nous avons mené durant les mois de février et mars 2003 une campagne de mesure des paramètres physico-chimiques; à savoir le niveau d'eau dans les piézomètres, la température et la conductivité électrique au niveau du lac et des piézomètres selon des profils en fonction de la profondeur. A cet effet, nous avons utilisé le matériel suivant :

### **1. Un multiparamètre**

Nous utilisons ce matériel pour mesurer la température, la conductivité des échantillons prélevés des différentes masses d'eau du lac, des piézomètres, des résurgences et drains.

### **2. Une embarcation**

Pour effectuer les prélèvements en fonction de la profondeur du lac et à divers endroits, nous avons utilisé une embarcation.

### **3. Un préleveur d'échantillonnage**

Les prélèvements des quantités d'eau au niveau du lac et des piézomètres se font par un préleveur que nous avons réalisé. Sur la figure 4, nous donnons un schéma approximatif de ce préleveur.

### **4. Une éprouvette graduée**

Elle a servi à recueillir la quantité d'eau échantillonnée et déterminer son volume.

### **5. Un Becher**

**6. Une sonde à signal sonore** pour mesurer le niveau d'eau dans les piézomètres (figure 5) (DURAND et al., 1999).

**7. Une échelle limnimétrique**, installée sur la partie voûte du barrage. Elle a servi à lire la côte du lac (photo1).

### **8. Un appareil photographique**

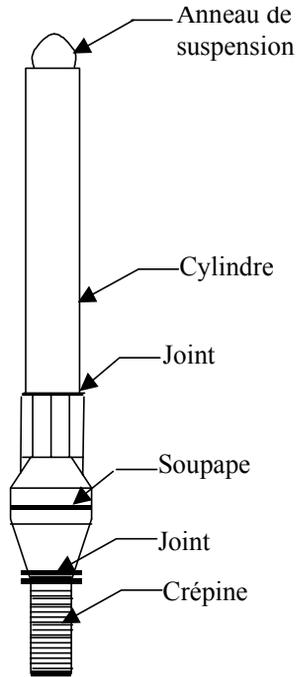


Fig. 4 : Préleveur d'échantillonnage utilisé

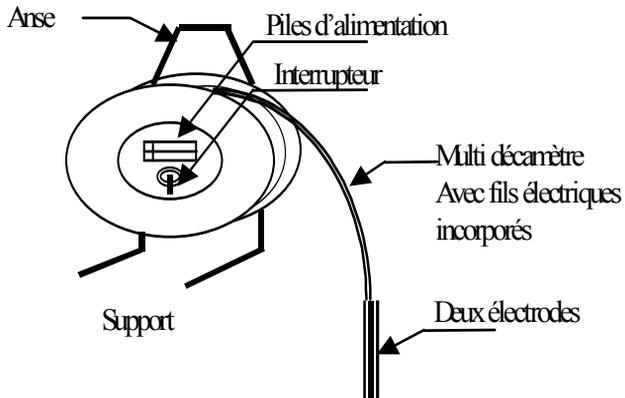


Fig. 5 : Schéma approximatif de la sonde utilisée

## IV. RESULTATS ET DISCUSSION

### IV.1 Les pertes de charges dans les appuis du barrage

Afin de voir l'influence de la fluctuation du lac sur les pertes de charges entre les piézomètres des deux rives et le lac, nous avons effectué deux séries de mesures des niveaux d'eau dans les piézomètres et le lac (TOUMI et REMINI, 2003). La première série de mesures s'effectue quand le niveau d'eau dans le lac permet à la plupart des piézomètres de donner des indications. Puis au moment où la côte du lac diminue de nouveau d'une valeur qui influe sur les niveaux d'eau dans les piézomètres on effectue une deuxième série de mesure. Dans les tableaux n°1 et n°2, nous représentons les différentes pertes de charge obtenus entre les piézomètres des deux rives et le lac.

**Tableau 1 : Pertes de charge entre le lac et les piézomètres de la rive gauche. Série de mesures du 01/02/2003 (côte du lac =197,60 m)**

N° du piézomètre	Côte de l'orifice	Niveau d'eau (m)	Profondeur d'eau (m)	Côte d'eau (m)	Perte de charge (m)
RG S27	200,51	4,60	65,40	195,91	1,69
RG S50	204,11	20,08	39,92	186,03	11,57
RG S26	206,91	14,60	40,40	192,31	5,29
RG S25	203,39	14,40	20,95	188,99	8,61
S9b	186,05	22,23	32,77	163,82	33,78
S64	157,83	3,35	26,65	154,48	43,12
S8N	204,25	32,50	47,50	171,75	25,85
IN	204,15	30,12	19,88	174,03	23,57

Pour les piézomètres de la rive droite, les différents résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau n°2.

**Tableau 2 : pertes de charge entre le lac et les piézomètres de la rive droite. Série de mesures du 01/02/2003 (côte du lac =197,60 m)**

N° du piézomètre	Côte de l'orifice	Niveau d'eau (m)	Profondeur d'eau (m)	Côte d'eau (m)	Perte de charge (m)
RD18	221,1	30,03	69,97	191,07	6,53
RD21	226,83	43,26	16,74	183,57	14,03
RD38	225,32	38,40	22,26	186,92	10,68
RD45	226,32	43,40	22,60	182,64	14,96
S31	224,09	28,24	61,76	195,85	1,75

**Tableau 2 (Suite et fin) : pertes de charge entre le lac et les piézomètres de la rive droite. Série de mesures du 01/02/2003 (côte du lac =197,60 m)**

S32	227,46	33,64	61,36	193,82	3,78
S33	227,66	33,27	61,73	194,39	3,21
S34	230,47	35,57	64,43	194,90	2,7
S35	233,56	39,39	60,61	194,17	3,43
S36	228,89	32,63	67,37	196,26	1,34
S39	248,07	51,61	68,39	196,46	1,14
S40	237,64	57,17	52,83	180,47	17,13
S41	253,08	58,04	61,96	195,04	2,56
S42	253,65	62,10	57,90	191,55	6,05
Puits	137,10	2,35	2,65	134,75	62,85

Dans les tableaux 3 et 4, nous représentons les différents résultats de la série de mesures du 29/03/2003.

**Tableau 3 : Pertes de charge entre le lac et les piézomètres de la rive gauche. Série de mesures du 29/03/2003 (côte du lac =197,45m)**

N° du piézomètre	Côte de l'orifice	Niveau d'eau (m)	Profondeur d'eau (m)	Côte d'eau (m)	Perte de charge (m)
RG S27	200,51	5,80	64,20	194,71	2,74
RG S50	204,11	18,36	41,64	185,75	11,7
RG S26	206,91	15,15	39,85	191,76	5,69
RG S25	203,39	14,80	20,55	188,59	8,86
S9b	186,05	23,29	31,71	162,76	34,69
S64	157,83	4,11	25,89	153,72	43,73
S8N	204,25	32,32	47,68	171,43	26,02
IN	204,15	30,60	19,4	173,55	23,9

Pour les piézomètres de la rive droite, les différents résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau n°4.

Ces deux tableaux montrent que les faibles pertes de charges indiquent qu'il y a une forte circulation d'eau dans la zone qui sépare les piézomètres concernés du lac. Toutefois, les grandes valeurs des pertes de charges indiquent que la zone traversée par ces piézomètres est plus saine.

Dans le tableau n° 5 nous représentons la variation de la perte de charge en fonction de la fluctuation de la côte du lac pour les piézomètres de la rive gauche.

**Tableau 4 : Pertes de charge entre le lac et les piézomètres de la rive droite. Série de mesures du 29/03/2003 (côte du lac =197,45 m)**

N° du piézomètre	Côte de l'orifice	Niveau d'eau (m)	Profondeur d'eau (m)	Côte d'eau (m)	Perte de charge (m)
RD18	221,1	31,27	68,73	189,83	7,62
RD21	226,83	44,28	15,72	182,55	14,9
RD45	226,32	44,00	22,00	182,32	15,13
S31	224,09	28,91	61,09	195,18	2,27
S32	227,46	34,72	60,28	192,74	4,71
S33	227,66	34,33	60,67	193,33	4,12
S34	230,47	36,49	63,51	193,98	3,47
S35	233,56	39,75	60,25	193,81	3,64
S36	228,89	32,91	67,09	195,98	1,47
S39	248,07	52,29	67,71	195,78	1,67
S40	237,64	57,48	52,52	180,16	17,29
S41	253,08	58,25	61,75	194,83	2,62
S42	253,65	62,49	57,51	191,16	6,29
Puits	137,10	2,33	2,67	134,73	62,72

**Tableau 5 : fluctuation de la perte de charge en fonction de la fluctuation de la côte du lac pour les piézomètres de la rive gauche**

Côte du lac	197,60 m	197,45 m	Fluctuation de la côte du lac = 0,15m
N°du piézomètre	Pertes de charges (m)		Variation de la perte de charge (m)
RG S27	1,69	2,74	-1,05
RG S50	11,57	11,7	-0,13
RG S26	5,29	5,69	-0,4
RG S25	8,61	8,86	-0,25
S9b	33,78	34,69	-0,91
S64	43,12	43,73	-0,61
S8N	25,85	26,02	-0,17
IN	23,57	23,9	-0,33

Dans le tableau n°6 nous représentons la variation de la perte de charge en fonction de la fluctuation de la côte du lac pour les piézomètres de la rive droite. Ces deux tableaux nous montrent les piézomètres fortement influencés par la fluctuation du lac. En effet, plus la variation de la perte de charge en fonction de la fluctuation de la côte du lac tend vers zéro, plus les piézomètres ont un comportement normal c'est-à-dire répondent par la même amplitude que le lac. Les fluctuations de la perte de charge obtenues montrent que la diminution de la côte du lac entraîne une augmentation de la perte de charge, par contre, au

niveau du puits on constate à une diminution de la perte de charge, ceci est dû à la faible fluctuation du niveau d'eau dans le puits à cause de son diamètre qui atteint 100 cm.

**Tableau 6 : Fluctuation de la perte de charge en fonction de la fluctuation de la côte du lac pour les piézomètres de la rive droite**

Côte du lac	197,60 m	197,45 m	Fluctuation de la côte du lac = 0,15m
N° du piézomètre	Pertes de charges (m)		variation de la perte de charge (m)
RD18	6,53	7,62	-1,09
RD21	14,03	14,9	-0,87
RD45	14,96	15,13	-0,17
S31	1,75	2,27	-0,52
S32	3,78	4,71	-0,93
S33	3,21	4,12	-0,91
S34	2,7	3,47	-0,77
S35	3,43	3,64	-0,21
S36	1,34	1,47	-0,13
S39	1,14	1,67	-0,53
S40	17,13	17,29	-0,16
S41	2,56	2,62	-0,06
S42	6,05	6,29	-0,24
Puits	62,85	62,72	+0,13

#### IV.2 Variations de la côte piézométrique en fonction de la côte du lac

Afin de montrer l'influence de la côte du lac sur le niveau d'eau dans les piézomètres nous traçons la côte piézométrique en fonction de la côte du lac pour les piézomètres S25 et S 41 (TOUMI et REMINI, 2003).

La bonne corrélation indique qu'il y a une forte circulation d'eau entre les piézomètres représentés et le lac. Par contre, la forte pente de la droite de régression indique la perméabilité de la zone qui sépare le lac du piézomètre.

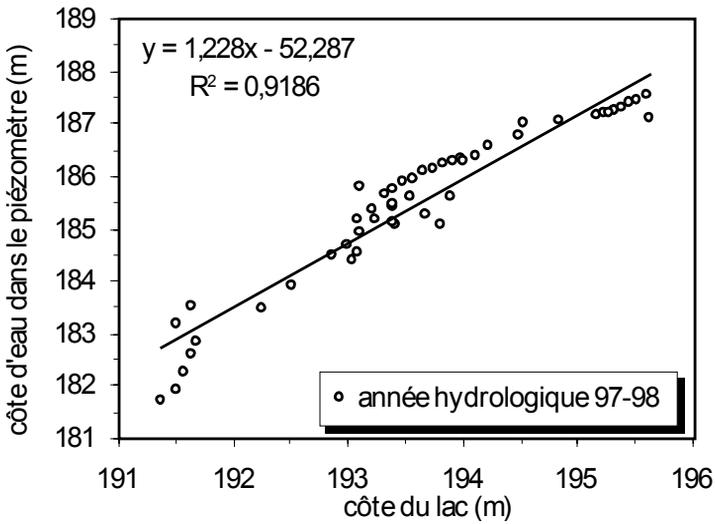


Fig. 6 : Variation de la côte piézométrique en fonction de la côte du lac S25

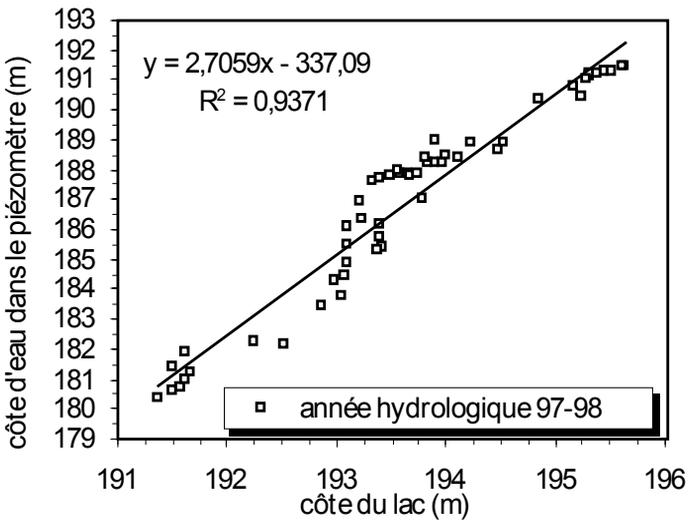


Fig. 7 : Variation de la côte piézométrique en fonction de la côte du lac S41

### IV.3 Les paramètres physico-chimiques

Dans le but de connaître le type d'écoulement au sein du piézomètre et par conséquent au niveau du massif rocheux, nous avons effectué une série de mesures de la conductivité et de la température selon des profils en fonction de la profondeur pour chaque piézomètre (A.N.B., 2002).

Les figures 8 et 9 représentent les profils obtenus au niveau des piézomètres S25 et S41.

Ces profils montrent qu'il y a deux types d'écoulements dans ces piézomètres qui sont des écoulements horizontaux provenant de la retenue et des écoulements verticaux descendant.

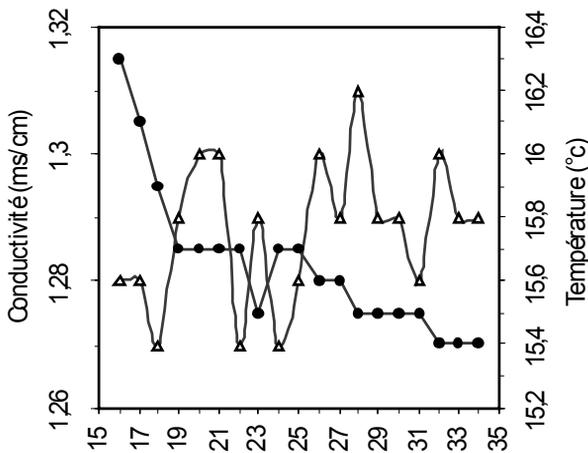


Fig 8 : Profil de conductivité combiné à celui de la température dans le piézomètre S25 . (Δ) Conductivité, (●) Température

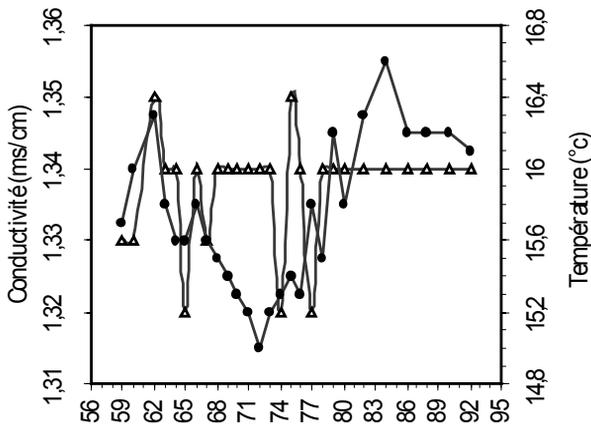


Fig. 9 : Profil de conductivité combiné à celui de la température dans le piézomètre S41 . (Δ) Conductivité, (●) Température

#### IV.4 Evolution des débits de fuites en fonction de la côte du lac

A travers cette partie nous essayons de voir l'influence de la variation de la côte du lac sur le débit de fuites (THEROND,1973).

La figure 10 montre la variation du débit de fuites en fonction de la côte du lac durant les années 1995-1996 et 1996-1997.

De ces représentations nous constatons que le débit de fuites augmente avec l'augmentation de la côte du lac jusqu'à la côte 194m où on assiste à un accroissement rapide du débit de fuites.

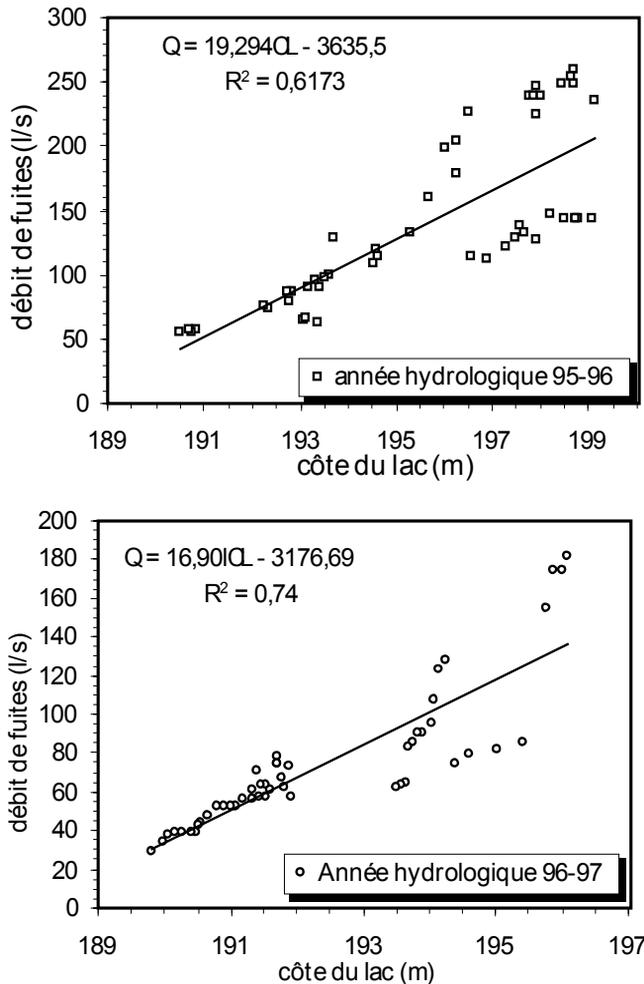


Fig. 10 : Variation du débit de fuites en fonction de la côte du lac et au cours du temps

## V. CONCLUSION

Les premiers résultats à tirer de cette étude montrent que le problème de fuites menace ce patrimoine hydrique. En effet, le débit de fuites s'amplifie avec l'augmentation de la cote du lac. Toutefois, l'augmentation de ce débit au cours du temps et pour la même cote du lac indique la détérioration du massif rocheux constituant les appuis du barrage.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A.N.B. (2002). Bilan annuel des ressources en eau des barrages en exploitation en Algérie.
- A.N.B. (2002). Détection des fuites dans les retenues de barrages en Algérie.
- DURAND J.M., ROYET P., MERIAUX P. (1999). Techniques des petits barrages en Afrique sahélienne et équatoriale, Editions Cemagref Paris.
- GOUSKOV N. (1952).-Eléments de technogéologie des Barrages Algériens et de Quelques ouvrages annexes. - le barrage de Foum-el-Gherza.
- REMINI B. (2001). Les fuites d'eau dans le barrage de Foum-el-Gherza (Algérie), l'Eau, l'Industrie les Nuisances, n°6.
- S.E.G.G.T.H. (2001). Monographie des Grands barrages «Barrage de Foum-El-Gherza».
- THEROND R. (1973). Recherche sur l'étanchéité des lacs de barrages en pays karstique, Edition Eyrolles, Paris.
- TOUMI A, REMINI B. (2002). Contribution à l'étude des fuites dans les barrages Algériens, 1ères journées pluridisciplinaires sur les sciences de l'ingénieur "JPSI'1 2002", Université Hassiba ben Bouali CHLEF, 15-17 Décembre.
- TOUMI A, REMINI B. (2003). Contribution à l'étude des fuites dans les barrages Algériens, Semaine de l'université organisée par l'université d'Oran Es- Sénia, 14-21 Avril.
- TOUMI A, REMINI B. (2003). Contribution à l'étude des fuites dans les barrages algériens, International Conference on the Impact of Global Environmental Problems on Continental & Coastal Marine Waters July 17<sup>th</sup> and 18<sup>th</sup>.
- TOUMI A, REMINI B. (2003). Impact des pertes par fuites sur la capacité utile des barrages Algériens, Journée mondiale de l'eau, Université d'Oran, Es Sénia 22-23 Mars.
- TOUMI A, REMINI B. (2003). Les fuites dans les barrages algériens 5<sup>ème</sup> Symposium International de l'Eau, 23-27 juin, Cannes.
- TOUMI A, REMINI B. (2003). Les pertes de capacité des barrages : quelques exemple Algériens, Conférence internationale des limnologues d'expression Française (CILEF-2003), 27 juillet au 1er août, Montréal, Canada.