



PERTE DE CAPACITE DANS LES BARRAGES SITUES DANS LES ZONES ARIDES ET SEMI ARIDES. CAS DES BARRAGES DE GARGAR, BOUHANIFIA, OUIZERT ET FOU M EL GHERZA

CAPACITY LOSS IN DAMS LOCATED IN ARID AND SEMI ARID ZONES. CASE OF GARGAR, BOUHANIFIA, OUIZERT AND FOU M EL GHERZA DAMS

BENFETTA H.¹, OUADJA A.², ACHOUR B.³, REMINI B.⁴

¹ Université de Mascara Algérie, benfettahassen@yahoo.fr

² Université de Mascara Algérie, abidouadjia@yahoo.fr

³ Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface (LARHYSS), Université de Biskra, B.P. 145, R.P. 07000, Algérie, www.larhyss.org, info@larhyss.net

⁴ Université de Blida Algérie, reminib@yahoo.fr

RESUME

La plupart des barrages sont soumis à une perte de capacité due essentiellement à trois phénomènes à savoir : les fuites d'eau, l'envasement des retenues et l'évaporation intense. L'étude de ces phénomènes s'avère d'une très grande importance, car ils peuvent mettre en danger la stabilité du barrage et réduire sa capacité utile. C'est le cas en particulier des barrages Gargar, Ouizert, Bouhanifia et Foum El Gherza.

Implantés en zones arides où la ressource hydrique se fait de plus en plus rare. A cet effet, nous avons vu utile de présenter dans cette étude le bilan des pertes totales d'eau de ces barrages. Nous avons estimé les pertes en volume moyennes interannuelles pour le barrage de Gargar de 119,014 hm³, Bouhanifia 45,45 hm³, Ouizert 20,28 hm³ et Foum El Gherza avec 39 hm³.

Mots-clés : Pertes d'eau - Barrage - Envasement - Algérie.

ABSTRACT

Most dams are subject to a loss of capacity due primarily to three factors namely: water leakage, the silting and evaporation intense. The study of these phenomenons is of great importance because they can endanger the stability of the dam and reduce its useful capacity. This is the case in particular dams Gargar, Ouizert, Bouhanifia and Foum El Gherza.

Located in arid areas where water resources are becoming more and more rare. To this end, we saw useful to present this study in the balance sheet total loss of water from these dams. We estimated the average volume losses for the interannual dam Gargar 119, 014 hm³ for dam Bouhanifia 45.45 hm³, to Dam Ouizert 20.28 hm³ and finally to the dam of Foum El Gherza 39 hm³.

Keywords: Water loss - Dam- the silting -Algeria.

INTRODUCTION

D'une manière générale, les barrages dans le monde et plus particulièrement ceux des régions arides et semi arides sont confrontés à trois problèmes hydrauliques très sérieux qui sont l'évaporation intense, l'envasement excessif et les fuites d'eau à travers les rives et les fondations surtout que notre pays a été affecté par une période sèche depuis une vingtaine d'année environ.

Devant ce fléau qui menace nos barrages et dans le souci que représente la diminution galopante des capacités en eau de nos retenues par ces phénomènes, nous avons vu très utile de faire une étude des pertes d'eau au niveau des barrages situés dans les zones arides et semi-arides et en particulier les barrages les plus menacés par ces phénomènes à savoir ; barrage de Gargar, de Bouhanifia, de Ouizert et de Foum El Gherza.

PRESENTATION DES BARRAGES ETUDIES

Tableau 1 : Liste des barrages en Algérie.

N ⁰	Barrage	Date de la mise en eau	Capacité initiale (Mm ³)	N ⁰	Barrage	Date de la mise en eau	Capacité initiale (Mm ³)
1	Souani	2005	47	30	Keddara	1985	145
2	Bouhrara	1999	175	31	Béni Amrane	1988	16
3	Béni Bahdels	1952	63	32	Lekhal	1985	30
4	Mefrouch	1963	15	33	Ksob	1977	30
5	Sidi Abdeli	1988	110	34	Tisedit	2005	167
6	Sarno	1954	22	35	Taksebt	2001	175
7	Ouizert	1986	100	36	Ain Zada	1986	125
8	Bouhanifia	1948	73	37	Ighil Emda	1953	155
9	Fergoug	1970	18	38	Erraguene	1961	200
10	Cheurfas II	1992	82	39	El Agrem	2002	34
11	SM Benaouda	1978	235	40	Béni Hroun	2004	960
12	Bakhada	1963	56	41	H.Grouz	1987	45
13	Dahmouni	1987	41	42	Béni Zid	1993	40
14	Merdja	1984	55	43	Guenitra	1984	125
15	Gargar	1988	450	44	Zardezas	1977	27
16	Sidi Yakoub	1985	280	45	Zit Emba	2001	117
17	Bouguera	1989	13	46	H. Debagh	1987	200
18	Kouidat Rasfa	2004	75	47	Oued Cherf	1995	157
19	Oued Fodda	1932	228	48	Ain Dalia	1987	82
20	Oued Mellouk	2004	127	49	Chafia	1965	171
21	Harreza	1984	70	50	Mexa	1998	47
22	Deurdeur	1984	115	51	K. Medaouar	2004	69
23	Ghrib	1939	280	52	F. El Gueiss	1939	3
24	Boughezoul	1934	55	53	Babar	1995	41
25	Boukourdane	1992	97	54	Foum Gherza	1950	47
26	Meurad	1860	1	55	F. Gazelles	2000	55
27	Bouroumi	1985	188	56	Brezena	2000	122
28	Ladrat	1989	10	57	Djorf Torba	1969	350
29	Hamiz	1935	21				

Source : Remini B.

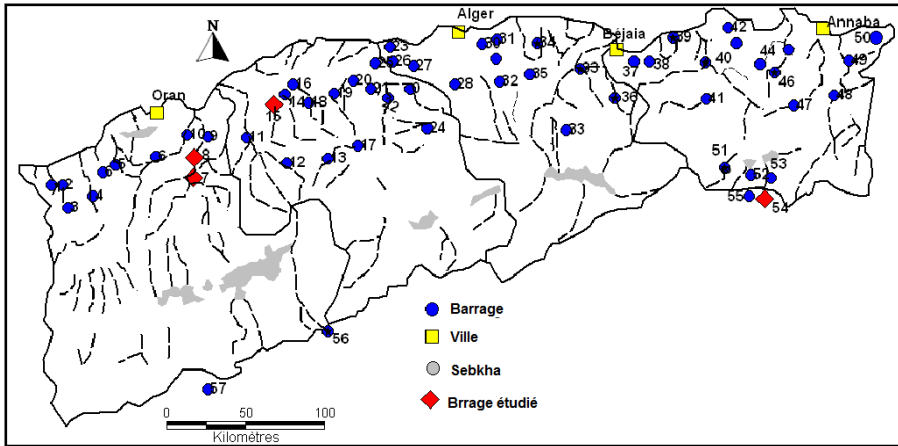


Figure 1 : Localisation des barrages Algériens.

Le barrage de Gargar est situé dans la wilaya de Relizane, à 5 km au Sud- Ouest de la ville de oued Rhiou et a peu près à 3 km en amont du pont de la route nationale W 4 sur l'oued Rhiou avec un climat semi-aride. En effet, le barrage de Gargar a été implanté sur un substratum constitué de terrains miocènes qui sont, de bas en haut essentiellement gréseux et marneux, et calcaire. Les roches meubles existantes dans la région du site sont divers et comprennent des éboulis graveleux, couche d'altération sableuse et argileuse du terrain des alluvions, vases récentes, calcaires.



Photos 1 : Vue générale du barrage Algérien de Gargar (Photos. A. Ouadja, H. Benfetta, 02/02/2012).

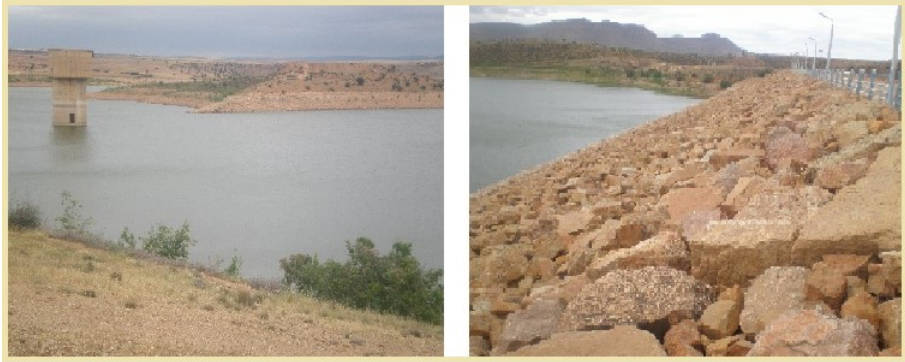
Perte de capacité dans les barrages situés dans les zones arides et semi arides. Cas des Barrages de Gargar, Bouhanifia, Ouizert et Fougou El Gherza

L'ouvrage, qui doit son nom à la ville de Bouhanifia est situé en amont de l'Oued El Hammam (Nord-Nord-Est), à 3 km en amont de Bouhanifia ; à 22 km au Sud-Ouest de Mascara et à 56,2 km à l'amont du barrage de Fergoug sur l'oued El Hammam. C'est un ouvrage type réservoir à régulation inter annuelle pour l'irrigation de la région de Hacine, Mohammadia, Oran et Arzew.



Photos 2 : Vue générale du barrage Algérien de Bouhanifia (Photos. A. Ouadja, H. Benfetta, 23 /06/2011).

Le Barrage de Ouizert situé au Sud-Ouest de la ville de Mascara est l'un des barrages fortement sujet à ce problème et sa perte de capacité est en évolution à cause de l'augmentation des fuites d'eau. En effet, le barrage de Ouizert a été implanté sur un substratum constitué de couches légèrement inclinées (5° - 10°) d'une épaisseur de quelques mètres et composé d'une masse rocheuse formée de marnes, grès, poudingues, calcaires, colluvions et alluvions. D'après les travaux de reconnaissances géologiques, la couche de calcaire dont l'épaisseur est estimée à 5m environ est très fissurée représentant ainsi l'écoulement privilégié aux eaux souterraines. Malgré le voile d'étanchéité qui a été réalisé le long de l'axe de la digue et qui a permis la suppression des fuites d'eau en rive droite, le problème des pertes d'eau à travers la rive gauche du barrage vers l'aval demeure toujours.



Photos 3 : Vue générale du barrage Algérien de Ouizert (Photos. A. Ouadja, H. Benfetta, 04 /05/2011).

Le barrage de Foug El Gherza est situé au Sud de l'Atlas Saharien à environ 18 Km à l'Est de la ville de Biskra. C'est un barrage de type voûte et culée en béton de capacité initiale égale à 47 Hm^3 destiné principalement à l'irrigation des palmeraies de Sidi-Okba, Seriana, Garta et Thouda. Pour des conditions climatiques normales, avec une pluviométrie annuelle moyenne de 355 mm (sur l'ensemble du bassin versant, 1300 Km^2), l'ouvrage régule l'écoulement de l'oued El-Abiod avec un apport annuel en eau de 13 Mm^3 . Les composantes naturelles représentent des caractéristiques d'une zone semi-aride favorable à une érosion accentuée : pentes raides, couvert végétal dégradé et des pluies plus ou moins torrentielles et irrégulières. Ce qui engendre des pertes de sols de l'amont vers l'aval où on est face à un grand problème qui est l'envasement du barrage.



Photos 4 : Vue générale du barrage Algérien de Foug El Gherza (Photos. A. Ouadja, H. Benfetta, 22 /12/2011).

Les barrages étudiés sont fortement sujets à ce problème et sa perte de capacité est en évolution à cause de l'augmentation des fuites d'eau, de l'évaporation et de l'envasement.

ENVASEMENT DES RETENUES DES BARRAGES

Le taux d'érosion en Algérie est considéré comme le plus élevé du Maghreb ; plus de 2000 t/km²/an pour la plupart des bassins versants du tel.

Bien que l'envasement des barrages et retenues collinaires reste la conséquence la mieux quantifiée par les hydrologues, d'autres domaines sont touchés par ce transport solide (envasement des exutoires).

Tableau 2 : Évolution des capacités des réservoirs des barrages en exploitation.

	Année de mise en service	Capacité initiale ^a hm ³	Capacité en 1985 ^b hm ³	Capacité en 2003 hm ³	Capacité actuelle hm ³	Pourcentage actuel de perte de capacité
Gargar	1988	450	-	358,28	351,78	21,82%
Bouhanifia	1948	73	51,64	38,11	33	54,79 %
Ouizert	1986	100	-	93,91	91	9 %
Foum El Gherza	1950	47	26,7	17	14,89	68,32%

- Toutes les valeurs de capacité initiale proviennent des documents de l'ANB.
- Les valeurs de capacité en 1985 résultent d'études bathymétriques effectuées.
- Valeur provenant du document préparé par l'ANB.
- Résultat d'une bathymétrie effectuée en 2004 et 2007.



Figure 2 : Chute de la capacité par envasement.

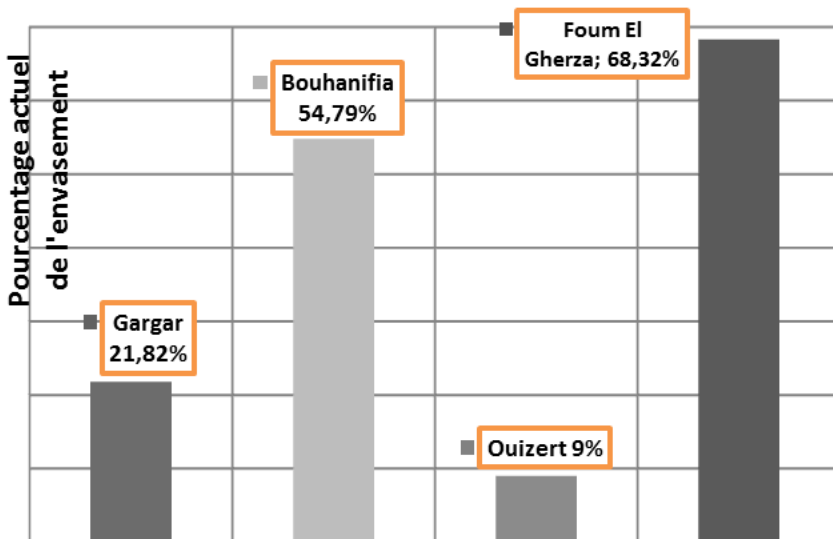


Figure 3 : Pourcentage actuel de l'envasement dans les barrages étudiés.

Envasement moyen annuel calculé à partir de l'année de mise en service du barrage jusqu'à aujourd'hui, en se basant sur les valeurs de capacités disponibles les plus récentes.

DONNEES ET METHODES

Afin de faire le bilan des pertes d'eau dans les barrages concerné par notre étude (Gargar, Bouhanifia, Ouizert, Foum El Gherza), nous avons entamé une analyse des trois problèmes hydrauliques (fuites d'eau, l'évaporation intense et l'envasement excessif. Le problème de fuites d'eau est très complexe, surtout pour le cas de notre pays où nous avons recensé environ quinze barrages menacés sérieusement par le phénomène des fuites d'eau. A titre d'exemple, Les barrages de Foum El Gherza et de Ouizert représente des cas très concret des ouvrages bien touché par le phénomène des fuites d'eau.

Pour réaliser notre travail, nous avons utilisé les données suivantes :

1. Débit de fuites et volume de fuites
2. Côtes du lac
3. L'envasement et l'évaporation

Les données hydrauliques (Envasement, les volumes des fuites, vidange de fond, évaporation, etc.) ont été obtenues par les services de l'Agence Nationale des Barrages (ANB)-ALGER.

Analyse des volumes des fuites

Cette partie à été consacrée à l'analyse des volumes des fuites, tout en étudiant les variations des fuites d'eau dans le temps et en fonction de la variation de la cote du lac. Sur la figure 4, nous présentons la variation du volume de fuite en fonction du temps pour les quatre barrages.

Dans la figure 4, on remarque que le volume de fuite présente des valeurs importantes et varie d'une année à l'autre selon les conditions climatiques, hydrologiques, géologiques et géotechniques. Le volume de fuite est bien remarquable pour les barrages de Ouizert et de Foum El Gherza.

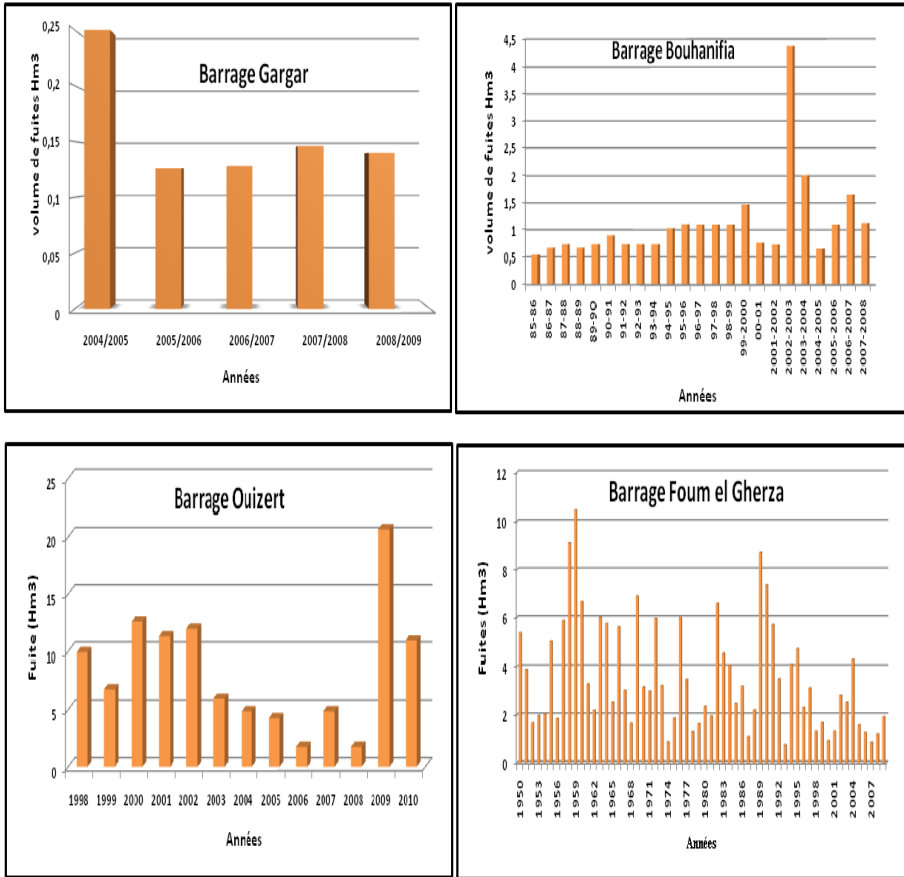


Figure 4 : Variation dans le temps du volume de fuite.

Variation du volume des fuites en fonction de la cote de plan d'eau

La figure 5, nous a permis de confirmer cette relation, le volume des fuites évolue linéairement avec la cote de plan d'eau, les valeurs des fuites d'eau sont bien corrélées aux valeurs de cote de plan d'eau.

Perte de capacité dans les barrages situés dans les zones arides et semi arides. Cas des Barrages de Gargar, Bouhanifia, Ouizert et Foum El Gherza

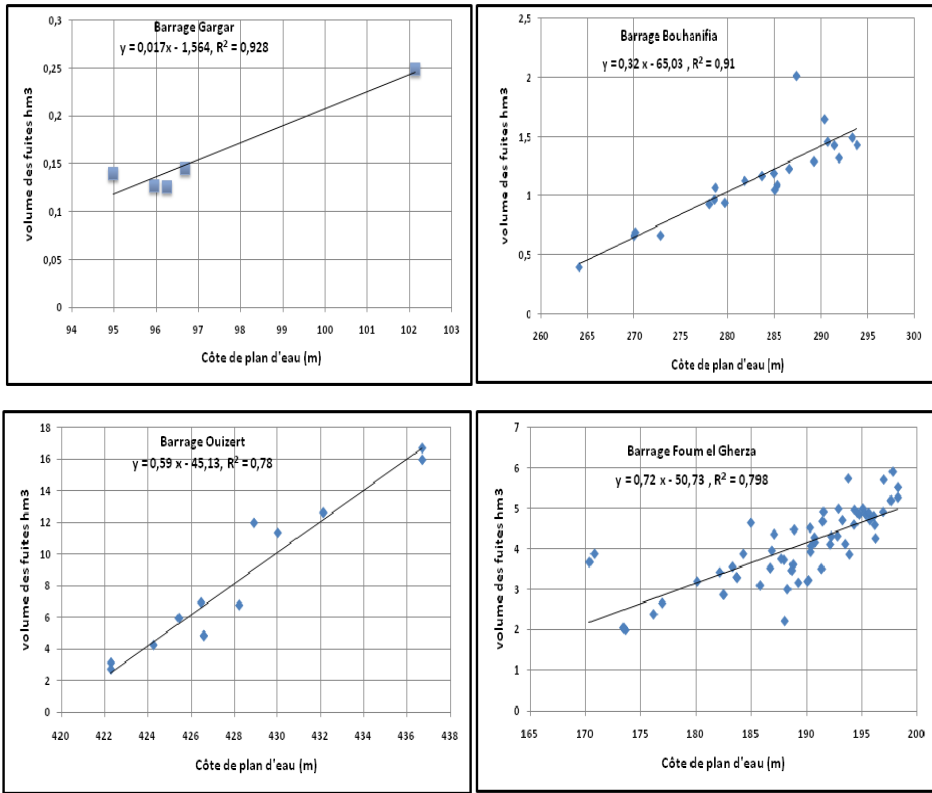


Figure 5 : Variation du volume de fuite en fonction de la côte de plan d'eau.

Pertes par évaporation du plan d'eau de la retenue

Les données des pertes par évaporation nous ont été fournies par les services hydrauliques de l'Agence Nationale des Barrages –Alger.

Dans la figure 6, nous présentons la variation de l'évaporation au cours du temps, d'après la figure 6, on constate que les pertes par évaporation varient en fonction du temps, la valeur moyenne annuelle étant égale à 20,48 hm³ pour le barrage de Gargar, 4,21 hm³ pour le barrage de Bouhanifia, 3,01 hm³ pour barrage de Ouizert et de 3,38 hm³ pour barrage de Fom El Gherza.



Photos 5 : Plan d'eau du barrage de Gargar face à l'évaporation intense (Photos. A. Oudja, H. Benfetta, 02 /02/2012).

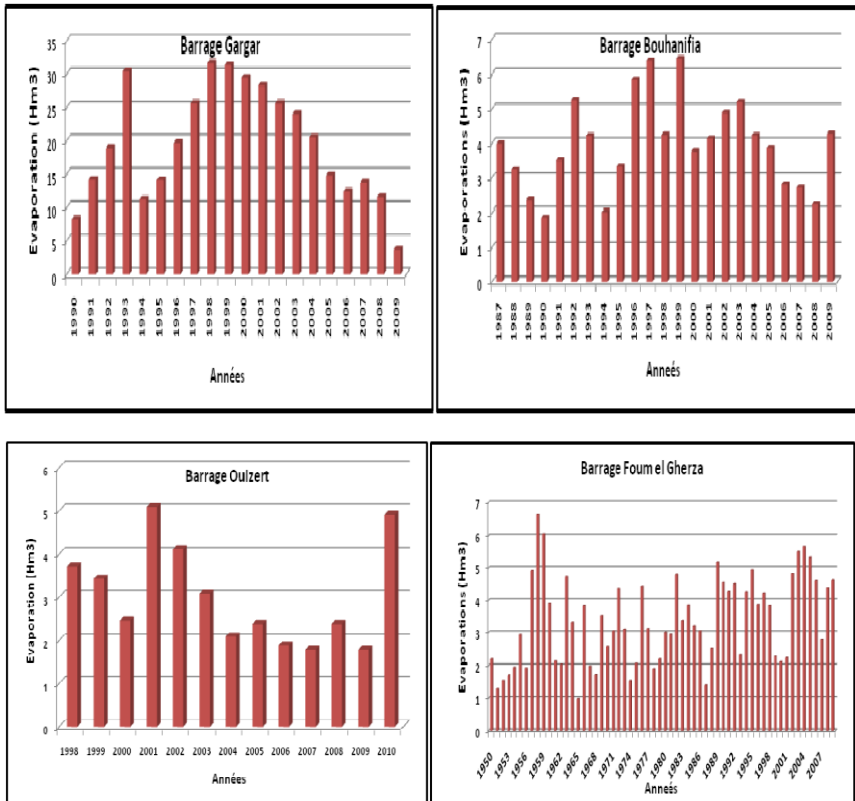


Figure 6 : Variation des pertes par évaporation dans le temps.

RESULTAT ET DISCUSION

Nous avons constaté que les pertes d'eau au niveau des barrages étudiés sont importantes et elles ont une influence sur les pertes totales du barrage. A cet effet, nous allons présenter ci-dessous des graphes de la variation dans le temps de la totalité des pertes d'eau au niveau des barrages étudiés.

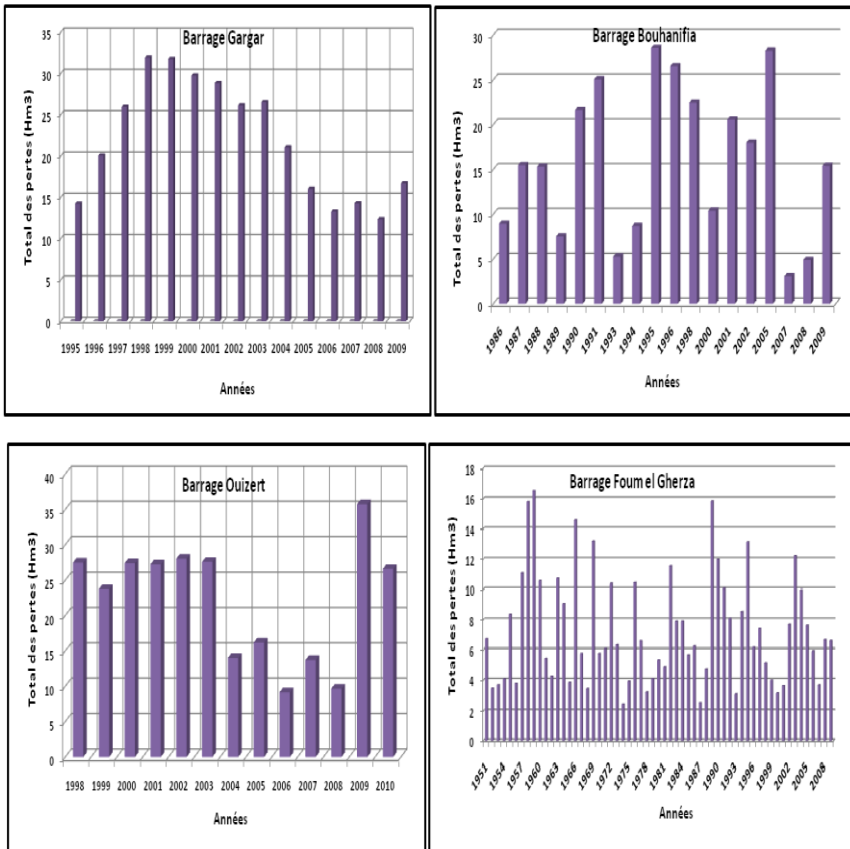


Figure 7 : Variation de la totalité des pertes dans le temps.

Dans la figure 7, nous constatons que les pertes d'eau totales sont considérables et en évolution, cette augmentation des pertes totales est due à l'augmentation des fuites d'eau au niveau des barrages de Ouizert, Foum El Gherza et de l'évaporation d'eau au niveau du barrage de Gargar.

Dans les figures 10 et 11, nous présentons l'évolution de la totalité des pertes d'eau en fonction des fuites d'eau au niveau des barrages (**Ouizert, Fom El Gherza**) : Les deux figures montre que plus les fuites d'eau est élevée plus les pertes totales sont élevées, les valeurs des fuites sont bien corrélés avec les pertes totales du barrage.

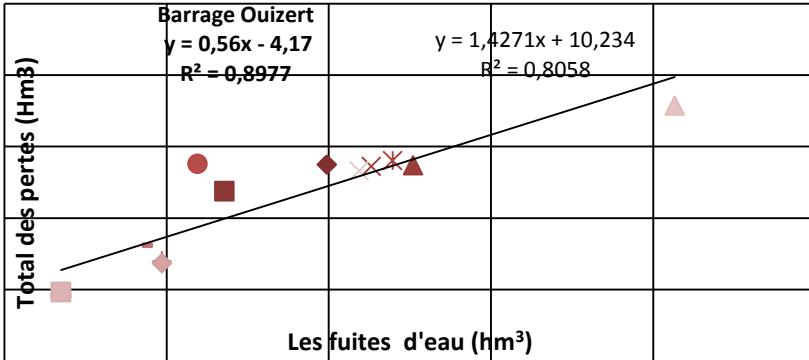


Figure 10 : Evolution des pertes totales en fonction de fuites d'eau.

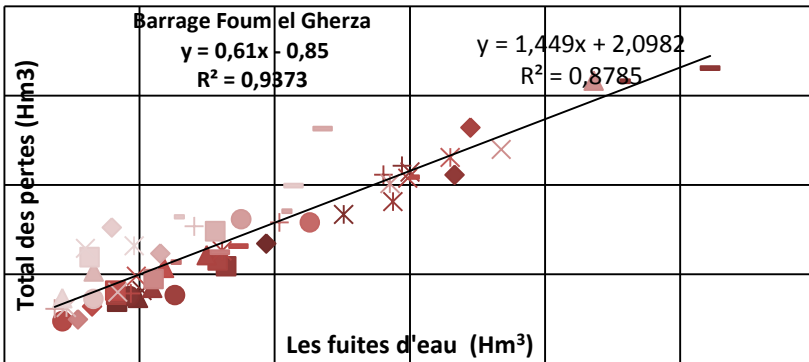


Figure 11 : Evolution des pertes totales en fonction des fuites d'eau.

Quantification des différentes pertes d'eau des barrages étudiés

Les représentations des pertes par fuites d'eau en pourcentage montre bien l'importance des pertes au niveau du barrage de Ouizert et Foum El Gherza et leur impact sur les pertes totales du barrage, en effet, la figure 12, montre bien que les pertes par fuites d'eau sont considérables, elles présentent des pourcentages important variant entre 19% (barrage de Ouizert) et 7% (barrage de Foum el Gherza).

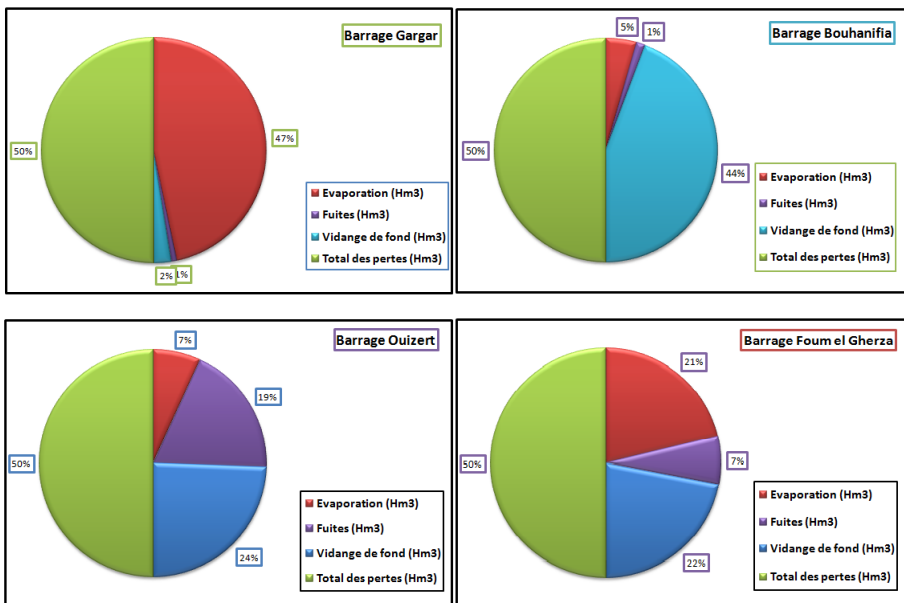


Figure 12 : Représentation des fuites d'eau par secteurs, en pourcentage des pertes totales.

Estimation des pertes en volume au niveau des barrages étudiés

La capacité totale de la retenue comprend les volumes suivants :

- volume utile : Quantité d'eau pour les besoins d'alimentation des agglomérations en eau potable et de l'industrie.
- Volume infiltré : Il correspond à la tranche perdue par infiltration.
- Volume évaporé : C'est la tranche d'eau perdue par évaporation.

- Volume mort : Tranche de la réserve envasée.

Si on prend comme référence les données de l'année 2010, nous pouvons estimer les pertes en volume en 2010 comme suit : (sans prendre en considération les pertes par vidange de fond)

$$PV = VM + VI + VE$$

PV : pertes en volume (hm³ /an)

VM : Volume mort (hm³ /an)

VI : Volume infiltré (fuite d'eau) (hm³ /an)

VE : Volume évaporé (hm³ /an)

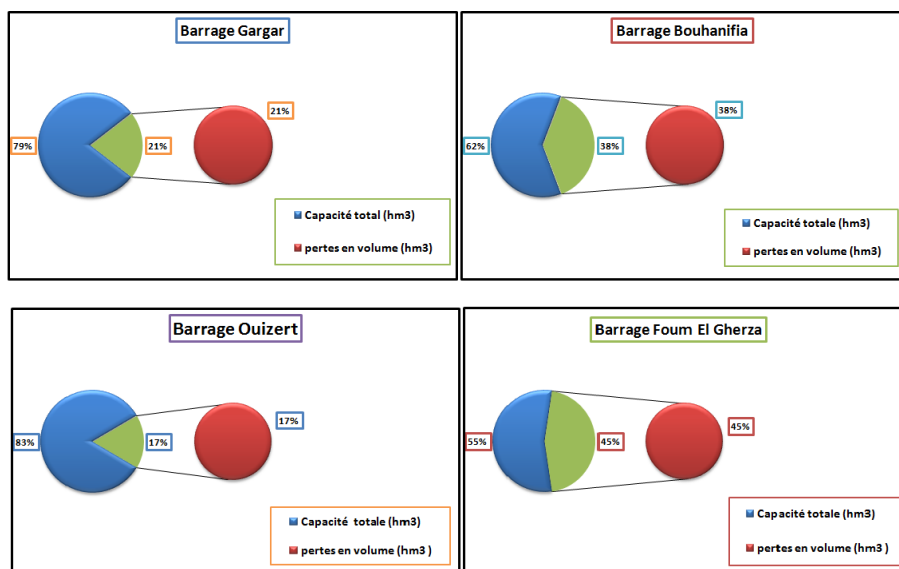


Figure 13 : Présentation des pertes en volume par secteurs par rapport à la capacité totale.

D'après la figure 13, nous constatons que les pertes en volume sont considérables, elles présentent un pourcentage important de 21% de la capacité totale du barrage Gargar, 38% pour le barrage de Bouhanifia, 17% pour le barrage de Ouizert et 45% pour le barrage de Fom El Gherza. D'après ces estimations, nous pouvons conclure que les retenues de barrages sont soumises à une perte de capacité due essentiellement à trois phénomènes :

- Les fuites d'eau
- Un envasement accéléré
- Une forte évaporation

Nous constatons que l'évaporation d'eau et l'envasement sont les facteurs importants qui engendrent des pertes considérables et réduisent d'une façon remarquable la capacité au niveau du barrage de Gargar. A cet effet, il s'avère très nécessaire de lutter contre ces problèmes hydrauliques afin de réduire jusqu'aux volumes acceptables les pertes en volume de ces barrages.

CONCLUSION

Les barrages étudiés (Gargar, Bouhanifia, Ouizert, Foum El Gherza) sont soumis à une perte de capacité accélérée due à l'envasement accéléré, à l'évaporation intense et surtout aux fuites d'eau très élevée qui engendrent des pertes considérables.

Au terme de cette étude, il nous est permis de conclure que :

Nos barrages sont menacés par le problème des pertes d'eau surtout que le volume perdu est en augmentation au cours du temps à cause de la sécheresse et la détérioration de certaines zones du voile d'étanchéité causée à son tour soit par l'érosion hydraulique ou par la corrosion chimique. Il a été établi que l'origine de fuites était imputable à la continuité de la retenue et de la nappe dans les rives, c'est-à-dire à un défaut d'étanchéité.

Les pertes par fuites d'eau sont considérables, elles présentent des pourcentages importants variant entre 19% (barrage de Ouizert) et 7% (barrage de Foum El Gherza).

Les pertes totales en volume sont considérables et présentent un pourcentage important de **21% (119,014Hm³)** de la capacité totale du barrage Gargar, **38% (45,45Hm³)** pour le barrage de Bouhanifia, **17% (20,28Hm³)**, pour Ouizert et **45% (38,98Hm³)** pour Foum El Gherza.

A la lumière de notre étude concernant les pertes d'eau au niveau des barrages algériens, nous pouvons tirer les recommandations suivantes :

Le problème des pertes d'eau au niveau des barrages algériens est du aux sites de ces ouvrages qui sont favorables aux fuites et défavorables au stockage d'une part et d'autre part au choix du type du barrage.

La prévision de l'envasement est une étape indispensable pour tout projet de faisabilité d'un barrage. Le suivi régulier des apports solides dans un barrage est nécessaire pour un éventuel dévasement de la retenue.

L'établissement d'une carte de prévision de l'évaporation et l'obtention de relation entre l'évaporation et la superficie des lacs permet d'estimer le volume d'eau évaporée pour tout barrage en projet ou en exploitation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Remini B - Envasement des Barrages. Alger : Office des Publications Universitaires (OPU), 2004.
- Remini Boualem, Christian Leduc Wassila Hallouche, 2009 - Evolution des grands barrages en régions arides : quelques exemples algérien.
- Ouadja A - Perte de capacité dans les barrages Algériens Cas d'études (Barrages de : Gargar-Bouhanifia-Ouizert-Foum El Gherza), Mémoire du magister 2012.
- Remini Boualem ,2005 - Eau et irrigation traditionnelle en Algérie Problématique et stratégie.
- Benfetta Hassan Nourddine ; Etude de la perte de la capacité et la qualité du l'eau du barrage de Ouizert, Thèse du doctorat 2006-2007.
- Remini Boualem ,2005 - La problématique de l'eau en Algérie. Edition OPU, 160 p.
- Touati Bouzid, Les barrages et la politique hydraulique en Algérie : état, diagnostic et perspectives d'un aménagement durable, Thèse du doctorat 2010.
- Agence Nationale des Barrages (A.N.B) 2004 - Etude de la protection des bassins versants de l'ensemble des barrages en études d'Avant Projet Détaillé (lots nos 1 à 4) et des bassins versants des barrages en exploitation (*Lot N° 5 : Barrages Gargar et S.M.Ben-Aouda*).
- Agence Nationale des Barrages (A.N.B) 2010-2011- Données géologiques et hydrogéologiques du barrage Gargar.
- Remini Boualem, Hassan Nourddine Benfetta ,2008 - Les fuites d'eau à travers le barrage Algérien de Ouizert.
- Agence Nationale des Barrages - Foum el Gherza, document interne ,2011. Biskra.
- Bneder 1982 - Bureau national d'étude pour le développement rural, Etude de développement des Monts de Béni Chougrane. Rapport Tom I Algérie.