

**Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique  
Université Saad DAHLAB - Blida1**

**Faculté de Technologie**

**Département des Sciences de l'Eau et Environnement**

**Mémoire de Fin d'études de**

**MASTER**

**Filière : Hydraulique**

**Spécialité : Sciences de l'Eau**

**Titre :**

**ENVASEMENT DU BARRAGE DE GHRIB  
(AIN DEFLA)**

**Préparé par :**

**Mlle. ZEMMOUR.Lillia**

**Promotrice : Mme. REMINI**

**Devant le jury composé de : Mr HADJEKADOUR (Président)**

**Mr BOUIKNI (Examineur)**

**Mr BENSAFIA (Examineur)**

**Année 2014/2015**

**ملخص**

الغرض من هذا العمل هو تقديم سد غريب الذي يقع في ولاية عين الدفلى ، لدراسة حالة ترسب الطمي له، ثم فضح أساليب الرقابة الوقائية والعلاجية التي استخدمت لمحاربة ظاهرة ترسب الطمي في السد وفي نهاية جعل توقعات معدلات ترسب الطمي ، لمحة الطولي و المقاطع العرضية للأعوام 2015 و 2020 .

**كلمات البحث:** السد غريب، ترسب الطمي، ومعدلات الترسيب، التنبؤ، الجزائر.

**Résumé :**

Le but de ce travail est de présenter le barrage de Ghrib situé dans la wilaya d'Ain Defla, d'étudier son état d'envasement, exposer ensuite les méthodes de lutte curatives et préventives qui ont été utilisées pour lutter contre le phénomène d'envasement dans ce barrage et enfin faire des prévisions du taux d'envasement, des profils en long et en travers pour les années 2015 et 2020.

**Mots clefs :** barrage de Ghrib, envasement, taux d'envasement, prévision, Algérie

**Abstract :**

The purpose of this work is to present the dam Ghrib located in the wilaya of Ain Defla, to study its siltation state, then exposing the methods of curative and preventive control that were used to fight against the phenomenon of siltation in the dam and at the end make forecasts of siltation rates, longitudinal profile and cross sections for the years 2015 and 2020.

**Keywords:** dam Ghrib, siltation, sedimentation rates, forecasting, Algeria.

## Liste des figures

figure1	<i>Photo d'époque du Barrage de Ghrib</i>	4
figure2	<i>Implantation Géographique du Barrage de Ghrib</i>	5
figure 3	<i>La forme de la Retenue du Barrage du Ghrib (Carte 1962)</i>	5
figure 4	<i>Schéma de la Digue du Barrage de Ghrib</i>	6
figure 5	<i>Parement Avant du Barrage de Ghrib, vue actuelle et d'époque</i>	7
figure 6	<i>Tour de prise du Barrage de Ghrib, vue actuelle et d'époque</i>	8
figure 7	<i>Déversoir de Craeger du barrage de GHRIB (avant surélévation)</i>	8
figure 8	<i>Rive droite du Déversoir du Barrage de Ghrib, après surélévation</i>	9
figure 9	<i>Evacuateur de crue du Barrage de Ghrib, vue actuelle et d'époque</i>	9
figure 10	<i>Vue aval du barrage, Evacuateur de crue</i>	10
figure 11	<i>Figure 11 : Plan Général des Ouvrages du Barrage de Ghrib</i>	10
figure 12	<i>Centrale Electrique du Barrage de Ghrib</i>	11
figure 13	<i>Carte du Bassin Versant de l'oued Chélif Ghrib</i>	12
figure 14	<i>Répartition des Barrages Algériens suivant les Quatre Bassins Versants</i>	19
figure 15	<i>Etapes du Processus d'Envasement des Barrages</i>	20
figure 16	<i>Modes de Transport Solide</i>	21
figure 17	<i>Mode d'Envasement des Barrages</i>	22
figure 18	<i>Types d'Envasement des Barrages</i>	23
figure 19	<i>Evolution du taux d'envasement moyen annuel du barrage de Ghrib depuis 1939 à 2004</i>	26
figure 20	<i>Evaluation de la pluviométrie entre 1922-2005</i>	27
figure 21	<i>Correction torrentielle dits de « consolidation » implantés dans le chenal d'écoulement</i>	28
figure 22	<i>histogrammes des lâchées mensuelles par vidange de fond du Barrage de Ghrib effectué, chaque année, sur la période 1997 jusqu'en 2009</i>	32
figure 23	<i>Le Barrage de Boughezoul.</i>	33
figure 24	<i>Hausses Fusibles et Clapets du Barrages de Ghrib</i>	34
figure 25	<i>Chantier de surélévation du Barrage de Ghrib</i>	35
figure 26	<i>Illustration des Hausses Fusible (a) &amp; (b)</i>	35
Figure27	<i>les composants d'une hausse fusible.</i>	36
Figure28	<i>Illustration des modes de fonctionnement des Hausses Fusible (a) &amp; (b)</i>	36
Figure29	<i>la répartition de la vase par rapport a la hauteur du barrage en 2015, 2020.</i>	39
Figure30	<i>profils en long du levé bathymétrique 2004 et les prévisions du profil en long pour 2015 et 2020</i>	47
Figure31	<i>les profils en travers : du levé 2004, de prévision 2015, 2020</i>	54

---

## Liste des tableaux

---

1	<i>Autres Caractéristiques techniques du Barrage de Ghrib</i>	11
2	<i>L'envasement des Barrages dans le Monde (relevée 1987)</i>	17
3	<i>Les Barrages de l'Ouest Algérien avec leurs Taux d'Envasement</i>	19
4	<i>Les Barrages du Centre Algérien avec leurs Taux d'Envasement</i>	20
5	<i>Les Barrages de l'Est Algérien avec leurs Taux d'Envasement</i>	20
6	<i>Evolution de la Surface du Réservoir du Barrage de Ghrib à la côte de retenue normale RN=427.50 m</i>	24
7	<i>Evolution des volumes et du taux d'envasement (à la cote de retenue normale RN=427.50 m) du Barrage de Ghrib.</i>	25
8	<i>Evolution du taux d'envasement du Barrage de Ghrib 1939 , 2004.</i>	25
9	<i>Caractéristiques des hausses fusibles et les deux clapets métalliques de la surélévation du Barrage de Ghrib</i>	34

---

## Sommaire

---

	page
<b>Introduction générale</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre 1 : présentation du barrage de Ghrib</b>	
1.1 Introduction aux barrages.	3
1.2 Présentation du barrage de Ghrib.	4
1.2.1 La situation géographique du barrage de Ghrib.	4
1.2.2 Les composantes du barrage de Ghrib.	6
1.2.3 Autres caractéristiques techniques du barrage.	11
1.2.4 Rôle du barrage de Ghrib.	11
1.3 Le bassin versant du barrage de Ghrib.	12
1.4 Conclusion du premier chapitre.	14
<b>Chapitre 2 : l'envasement du barrage de Ghrib</b>	
2.1 Définition du phénomène d'envasement des barrages	15
2.2 Les problèmes engendrés par le phénomène d'envasement	15
2.3 Envasement des barrages dans le monde	16
2.4 Envasement des barrages en Algérie	18
2.5 Processus d'envasement des barrages	20
2.6 Types d'envasement des barrages	22
2.7 Envasement du barrage de Ghrib	23
2.7.1 Les facteurs induisant l'envasement du barrage de Ghrib	23
2.7 L'état d'envasement du barrage de Ghrib	24
2.8 Méthode de lutte contre l'envasement du barrage de Ghrib	27
2.8.1 Méthode de lutte préventive contre l'envasement du barrage de Ghrib	27
2.8.2 Méthode de lutte curative contre l'envasement du barrage de Ghrib	29
2.9 Conclusion du deuxième chapitre	37
<b>Chapitre 3 : prévision de l'envasement du barrage de Ghrib</b>	
3.1 Introduction	38
3.2 Le taux d'envasement du barrage de Ghrib	38
3.3 Répartition de la vase par rapport à la hauteur du barrage de Ghrib	39
3.4 Profil en long du barrage de Ghrib	39
3.5 Profil en travers du barrage de Ghrib	48
<b>Conclusion générale</b>	<b>55</b>
<b>Références</b>	<b>58</b>
<b>Annexe 1 historique du barrage de Ghrib</b>	<b>61</b>

---

## INTRODUCTION GENERALE

---

La totalité de l'eau présente sur la Terre forme ce que l'on appelle l'hydrosphère. Son volume total est estimé à 1 400 millions de km<sup>3</sup>. Ce volume paraît considérable : il correspond à un cube de 1 400 kilomètres de côté ou à 400 fois le volume de la Méditerranée. [1]

Il convient cependant de relativiser : plus de 97 % de l'eau de la planète bleue est salée, et l'eau douce représente à peine 3 % du volume total de l'eau présente sur la Terre. Sur ces 3 % d'eau douce, 99 % sont très difficilement exploitables : 77 % sont gelés au niveau des calottes polaires et dans les glaciers de montagne et 22 % sont profondément enfouis dans le sous-sol. [1]

Sur toute l'eau présente sur la Terre, moins de 1 % est donc véritablement disponible pour les êtres vivants qui en dépendent, soit environ 9 millions de km<sup>3</sup>. [1]

La demande en eau augmente régulièrement à travers le monde. Avec une population mondiale actuelle de 6,8 milliards grandissant en moyenne de 90 millions par an et les attentes légitimes des populations pour un meilleur niveau de vie, la demande mondiale en eau devrait augmenter d'au moins 2 à 3% dans les décennies à venir. [2]

Historiquement, les barrages furent construits afin de répondre à un seul problème : l'approvisionnement en eau et l'irrigation. Durant presque 5000 ans les barrages ont servi à assurer un approvisionnement en eau suffisant en stockant en période d'excès et en relâchant pendant les pénuries, tout en empêchant et contrôlant les crues.

Avec le développement des civilisations, les besoins furent plus importants et plus nombreux, ajoutant aux précédents la navigation, la qualité de l'eau, le contrôle des sédiments et l'énergie. Par conséquent des barrages ont été construits pour répondre à ces besoins spécifiques.

Aussi, la protection et préservation des ressources en eau sont devenus une nécessité incontournable devant l'accroissement des différents besoins en eau.

L'Algérie n'échappe pas à cette dernière doctrine. En effet, selon un rapport du PNUD<sup>1</sup>, l'Algérie, touchée par le stress hydrique, se situe dans la catégorie des pays les plus pauvres en matière de potentialités hydriques, soit en dessous du seuil théorique de rareté fixé par la Banque Mondiale à 1000 m<sup>3</sup> par habitant et par an. Si en 1962, la disponibilité en eau théorique par habitant et par an était de 1 500 m<sup>3</sup>, elle n'était plus que de 720 m<sup>3</sup> en 1990, 680 m<sup>3</sup> en 1995, 630 m<sup>3</sup> en 1998, 500 m<sup>3</sup>, elle ne sera que de 430 m<sup>3</sup> en 2020. [3]

L'Algérie a adopté la nouvelle politique qui s'est structurée autour du développement des infrastructures hydrauliques comme les barrages.

L'état Algérienne a construit des barrages : avec un patrimoine national de 27 barrages vers le début des années 2000, le pays dispose de 70 barrages opérationnels pour une capacité globale estimée à 7 milliards de m<sup>3</sup> (données Janvier 2014) et ce volume serait porté à la hausse, avec la

---

<sup>1</sup> PNUD : Le Programme des Nations Unies pour le Développement.

livraison prévue fin 2014 de plusieurs barrages en construction. Ils sont au nombre de 14 répartis à travers plusieurs régions du pays. Avec l'achèvement de ces 14 infrastructures en cours de réalisation, les réserves en eau avoisineront la barre des 9 milliards de m<sup>3</sup>. [4]

Mais, malheureusement, les barrages sont confrontés à un phénomène qui peut être très dangereux en l'absence de méthodes préventives et curatives pour lutter contre lui. Il s'agit du phénomène d'envasement.

Ce phénomène, qui réduit vigoureusement la capacité totale des ces ouvrages, est causé par l'érosion dans les bassins versant des barrages.

Le barrage Ghrib (capacité initiale 280 millions de mètres cubes) situé à l'ouest d' Alger dans la vallée du Cheliff, est le deuxième plus important barrage en service en Algérie, après le barrage de Béni Haroun de la wilaya de Mila (capacité 960 millions de mètres cubes).

Cet important ouvrage d'art magistral n'échappe pas au phénomène d'envasement, et son cas peut être jugé très préoccupant, puisque les apports atteignent 3% du débit liquide, ce qui se traduit chaque année par une perte de capacité voisine de 1% du cube d'origine.

Dans notre travail, on s'est intéressé à l'envasement du barrage de Ghrib.

En premier lieu nous présenterons le barrage de Ghrib, sa situation géographique, son type, son hydrologie, sa géologie et le climat de son site .ensuite en présentera le phénomène de l'envasement, ses causes et mécanisme ainsi que son ampleur a l'échelle mondiale et nationale.

Nous introduirons par la suite l'envasement du Barrage de Ghrib, où on présentera le taux d'envasement total du barrage pour les années 1939,1976,1986 et 2004, et on fera un calcul du taux d'envasement annuel pour les années citées précédemment pour ensuite tracer un graphe montrant l'évolution du taux d'envasement annuel pour ces période en essayant d'interpréter son évolution .ensuite on tracera des histogrammes représentant les lâchers du barrage faites par vidange de fond avec les volumes totaux relâchés dans chaque années pour les années depuis 1997 jusqu'en 2009 ; sachant que pour l'année 2005, 2006, 2007 ,aucun lâchers par vidange de fond n'a été fait pour le barrage de Ghrib ; ensuite on énumérera les méthodes de lutte préventive et curative qui ont été adoptées pour ce Barrage.

En dernier, on estimera le taux d'envasement pour les années 2015 et 2020, on tracera le graphe représentant la répartition du volume de vase déposé par rapport a la hauteur du barrage pour les mêmes années, ensuite on tracera le profil en long du barrage de Ghrib pour l'année 2015 et l'année 2020 ainsi que les profils en travers grâce a une méthode graphique [5]

---

## CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU BARRAGE DE GHRIB

---

### 1.1. Introduction aux Barrages [6]

#### a) Définition

Un barrage est un ouvrage disposé en travers d'un cours d'eau pour créer une retenue ou exhausser le niveau en amont.

Le premier barrage connu a été construit en Egypte, vers 3000 avant J.C. pour faire dévier le Nil afin de créer un site pour la ville de Memphis.

#### b) Les types de barrages

Il y'a plusieurs types de Barrage, qualifiés suivant le relief et/ou le matériau de construction :

##### - Barrage poids

Un barrage poids est un barrage dont la propre masse suffit à s'opposer à la pression exercée par l'eau.

##### - Barrage en remblais

On appelle barrages en remblais tous les barrages constitués d'un matériau meuble, qu'il soit très fin ou très grossier (**Enrochements**).

Cette famille regroupe plusieurs catégories, très différentes. Les différences proviennent des types de matériaux utilisés, et de la méthode employée pour assurer l'étanchéité.

##### - Barrage voûte

Qui, par effet d'arc, transmettent et reportent la poussée sur les parois latérales. On limite les barrages voûtes aux vallées assez étranglées.

##### - Barrage à contreforts ou multivoûtes

Est constitué de murs triangulaires parallèles au lit du cours d'eau.

##### - Barrages mobiles à aiguilles

Le barrage mobile ou à niveau constant, a une hauteur limitée ; il est généralement édifié en aval du cours des rivières, de préférence à l'endroit où la pente est la plus faible. On utilise généralement ce type de barrage dans l'aménagement des estuaires et des deltas.

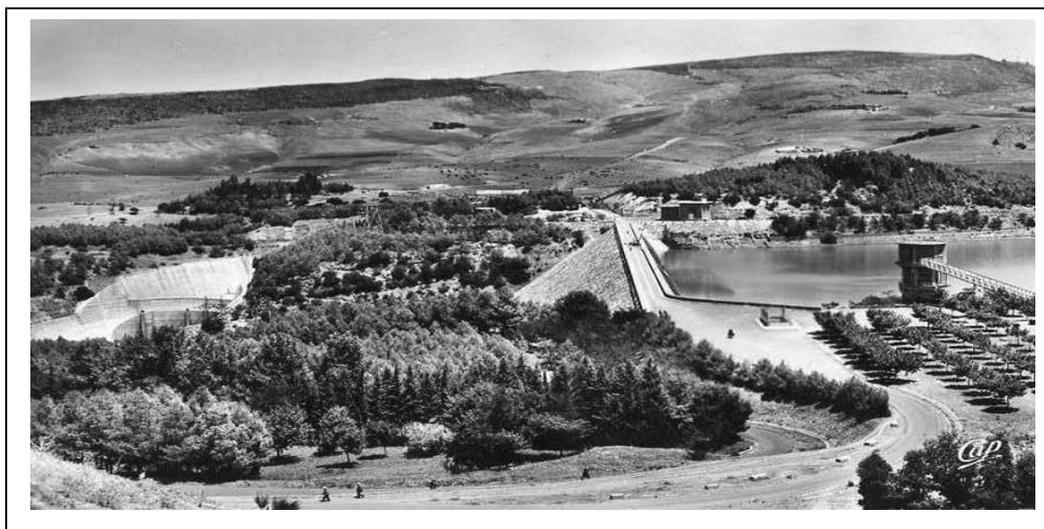
### 1.2. Présentation du Barrage de Ghrib

Construit dans les années 1927, le Barrage de Ghrib a été mis en service en 1935 et son premier remplissage complet a été atteint en Avril 1939. [7]

L'Historique des travaux de construction de ce Barrage est donné dans l'Annexe N°1. [8]

A l'époque de sa construction, cet ouvrage présentait une prouesse technologique car il s'agit du premier barrage en enrochement à masque amont en béton bitumineux de grande hauteur. Aujourd'hui encore avec ses 60 m de hauteur, il se classe parmi les grands ouvrages de ce type.

Sa digue en enrochement est séparée d'un impressionnant évacuateur de crue à surface libre par une colline. La Figure N°1 ci-dessous donne une vue générale du Barrage.



*Figure 1 : Photo d'époque du Barrage de Ghrib [9]*

Le barrage de Ghrib est l'ouvrage de base de l'aménagement de la vallée du Chéelif. Construit en amont des trois périmètres, il permet de fournir de l'eau indifféremment à chacun des trois périmètres : haut Chéelif, moyen Chéelif, bas Chéelif. [8]

### **1.2.1. La situation géographique du Barrage de Ghrib**

Le Barrage de Ghrib est situé dans la vallée du Chéelif, à 07 Km en amont du centre d'Oued Cheurfa, à 45 Km de Khemis Miliana, à 30 Km au sud ouest de Médéa et à 150 km à l'ouest d'Alger. [11]

La Figure N°2 donne la localisation du Barrage au nord ouest de l'Algérie.

Le barrage est situé dans le bassin versant du Cheliff dans la sous-région « haut et moyen Cheliff ». Il est alimenté par l'oued Chéelif, l'un des plus longs oueds algériens qui prend sa source de l'atlas télien.

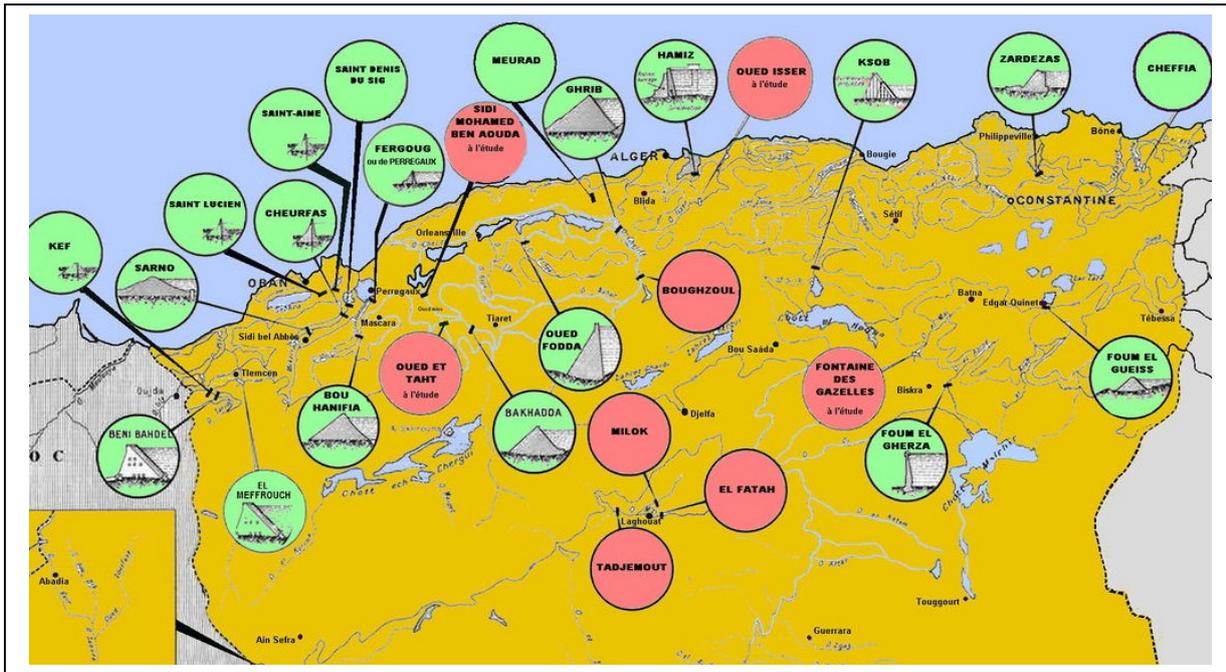


Figure 2 : Implantation Géographique du Barrage de Ghrif [9]

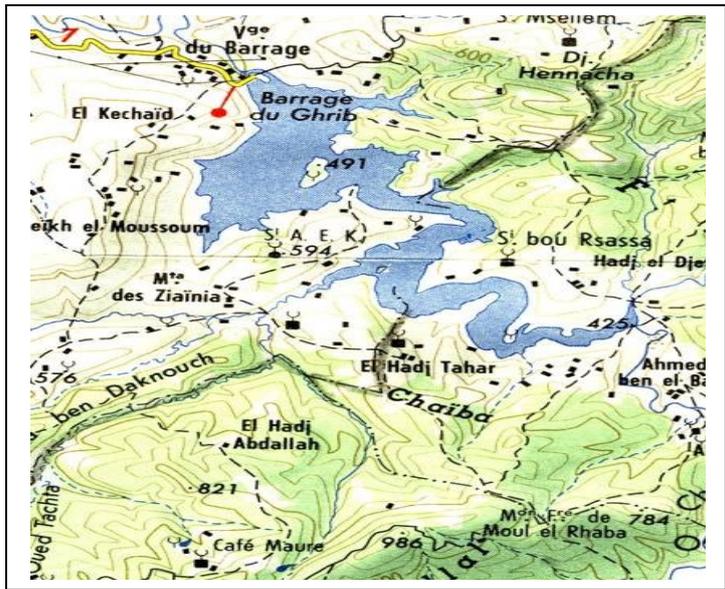
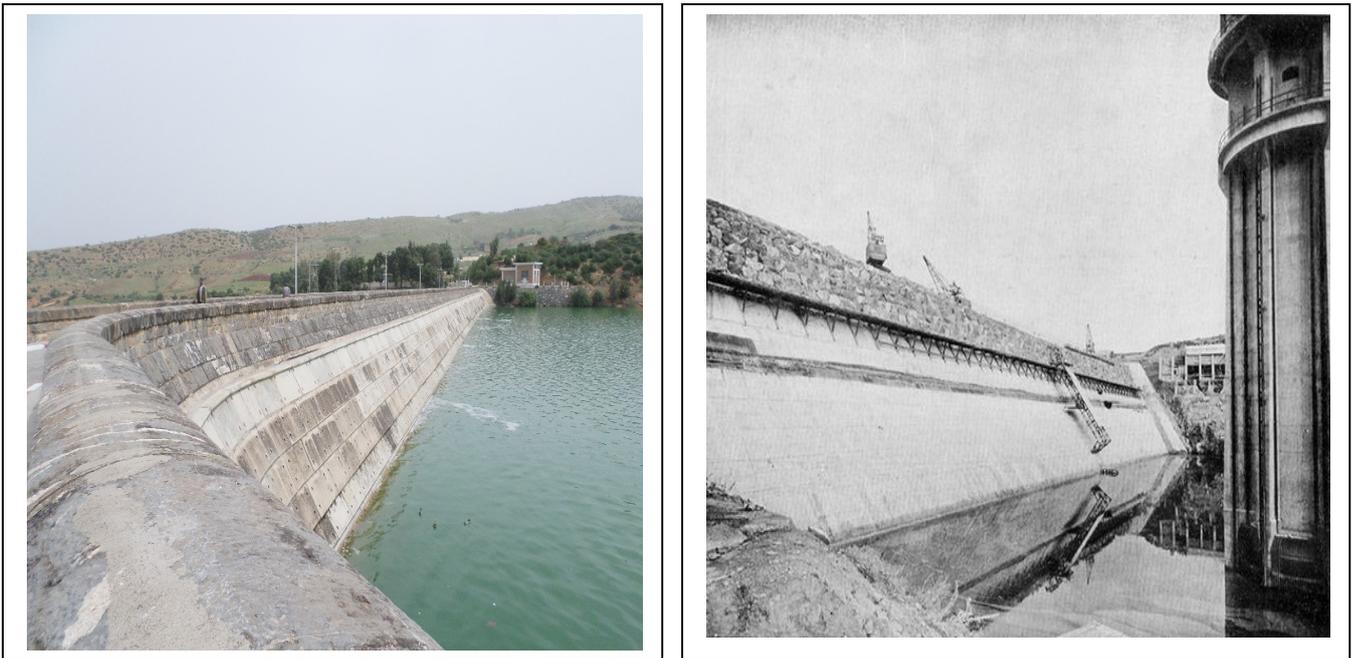


Figure 3 : La forme de la Retenue du Barrage du Ghrif (Carte 1962) [10]

En amont du Ghrif, le Chélif est régularisé par le Barrage de BOUGHZOUL, situé à 20 km de Goughali et à 110 km de Ghrif. Le Barrage de Ghrif est localisé à une longitude de 2° 35' 14 00" E et à une latitude de 36] 07' 52 00" N. [11]



Un aperçu du parement du Barrage, actuel et d'époque, est donné par la figure N°5.



**Figure 5 : Parement Avant du Barrage de Ghrib, vue actuelle [14] et d'époque [13]**

#### **b) La Tour de Prise :**

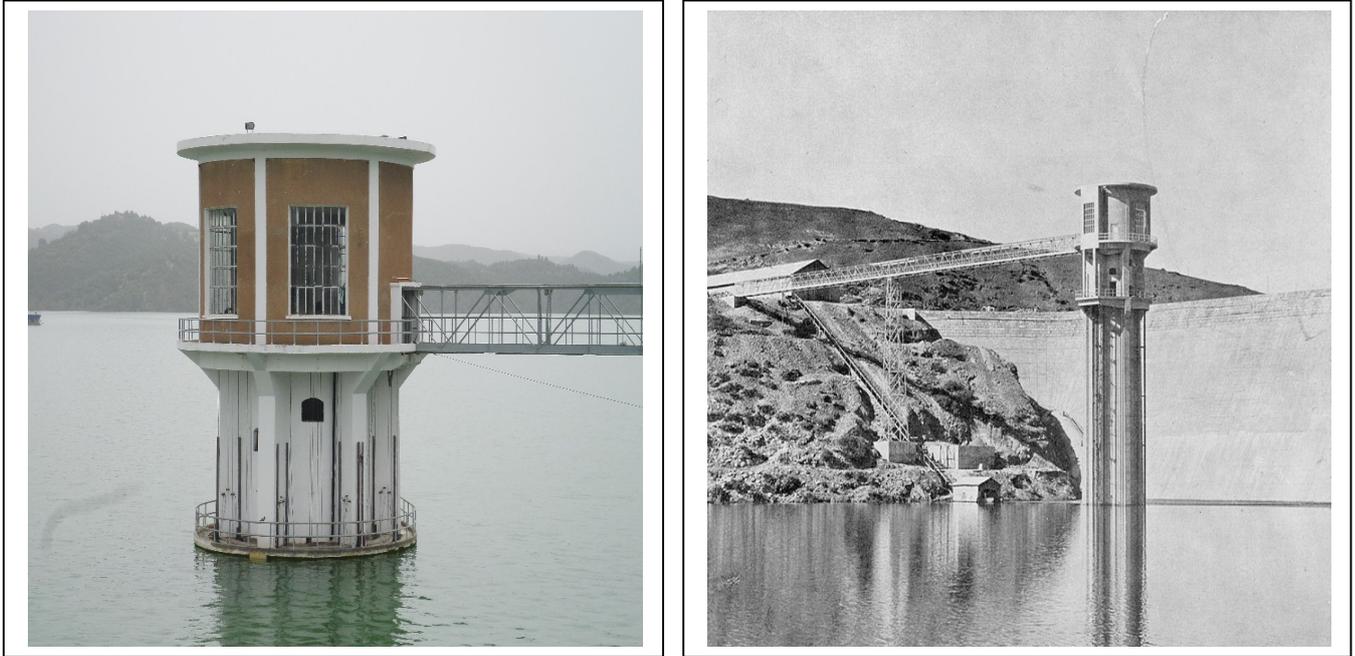
La tour de prise regroupe les dispositifs de prise d'eau et de vidange, construite dans la réserve du barrage au droit du mur de pied amont.

Cette tour comporte trois (03) étages de vannes : [15]

- Une vanne de fond, qui est une vanne wagon de 12m<sup>2</sup> 50 de surface, pour les chasses de vidange,
- Deux (02) vannes cylindriques, situées respectivement à 14 et 28 m, au dessus du thalweg, pour le prélèvement des débits d'irrigation. Ces dispositions ont été prises en prévision d'un envasement progressif de la retenue.

La tour, renforcée de nervures très rigides, est toute en béton armé. Elle est coiffée par une cabine située au dessus du plan d'eau maximum où sont réunis les différents treuils électriques de manœuvre des vannes et des grilles placés devant les pertuis. Cette cabine est reliée à la rive par une passerelle métallique.

La figure N°6 donne une vue générale de la tour de prise du Barrage de Ghrib, actuelle et d'époque :



*Figure 6 : Tour de prise du Barrage de Ghrib, vue actuelle [14] et d'époque [13]*

### c) L'évacuateur de crues (Le déversoir)

La crainte des crues extrêmes du Chéouiff a fait préférer aux systèmes d'évacuation par puits ou galeries qui auraient pu être imaginés, un déversoir de grand développement qui paraissait plus sûr.

Le déversoir à un développement de 170 mètres, avant de subir une surélévation en 2007, il comportait un seuil en profil de Craeger (voir figure N°7) qui donnait un bon module de débit. [12]



*Figure 7 : Déversoir de Craeger du barrage de GHRIB (avant surélévation)*

Après surélévation, le déversoir (rive droite) à seuil libre latéral du Barrage du Ghrib a été équipé de 20 hausses fusibles labyrinthiques en béton armé et de 2 clapets métalliques de 15 m de large. [16]

La figure N°8 donne la vue actuelle de la rive droite du Barrage de Ghrib.

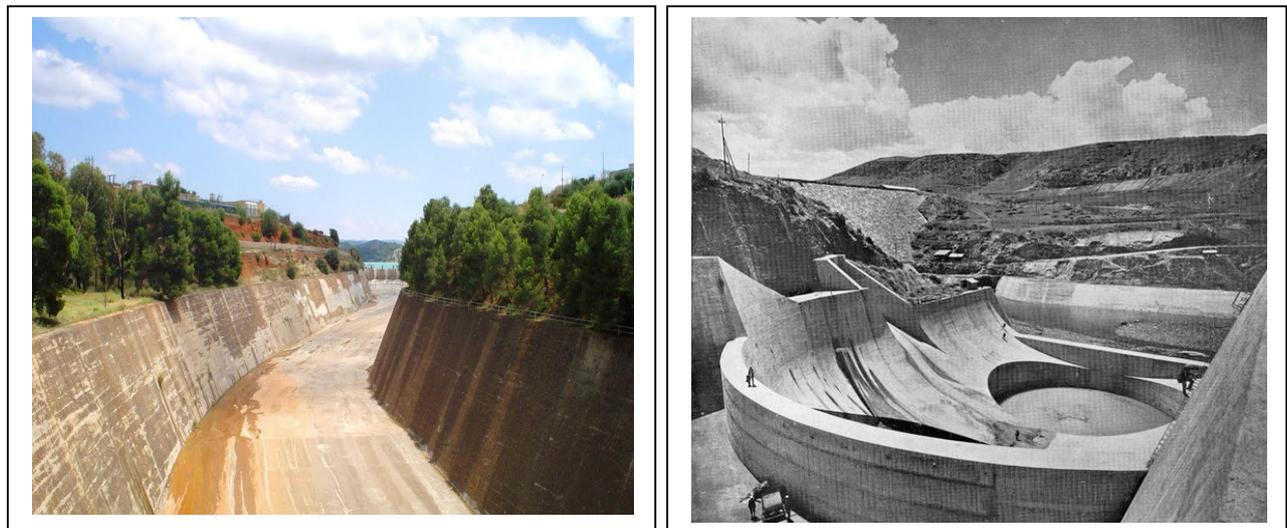


**Figure 8 : Rive droite du Déversoir du Barrage de Ghrib, après surélévation [8]**

Le convergent d'entrée du canal de fuite est en forme de développée de la courbe de déversement. Ce tracé uniformise le trajet des filets liquides et permet un écoulement exempt de tourbillons malgré des vitesses très importantes pour les gros débits. [12]

A ce convergent succède un canal de fuite de 750 mètres de longueur, coupé de quatre (04) chutes, trois (03) barrages voutes et un barrage droit, avec chambre d'amortissement aval (voir Figures N°9 & N°10. [12]

Cette position, soigneusement étudiée, a pour but de détruire entièrement la force vive de l'eau avant de restituer au Chélif le débit des crues.



**Figure 9 : Evacuateur de crue du Barrage de Ghrib, vue actuelle [17] et d'époque [13]**



Figure 10 : Vue aval du barrage, Evacuateur de crue [14]

#### d) Les ouvrages annexes du Barrage de GHRIB

Outre, les composantes précitées, le Barrage présente des ouvrages annexes en un ensemble de galeries (de drainage, de cimentation) et une centrale hydroélectrique (voir figure N°12) d'une capacité de 16 MW à l'arrêt. La figure N°11 donne un plan général des ouvrages du Barrage de Ghrib.

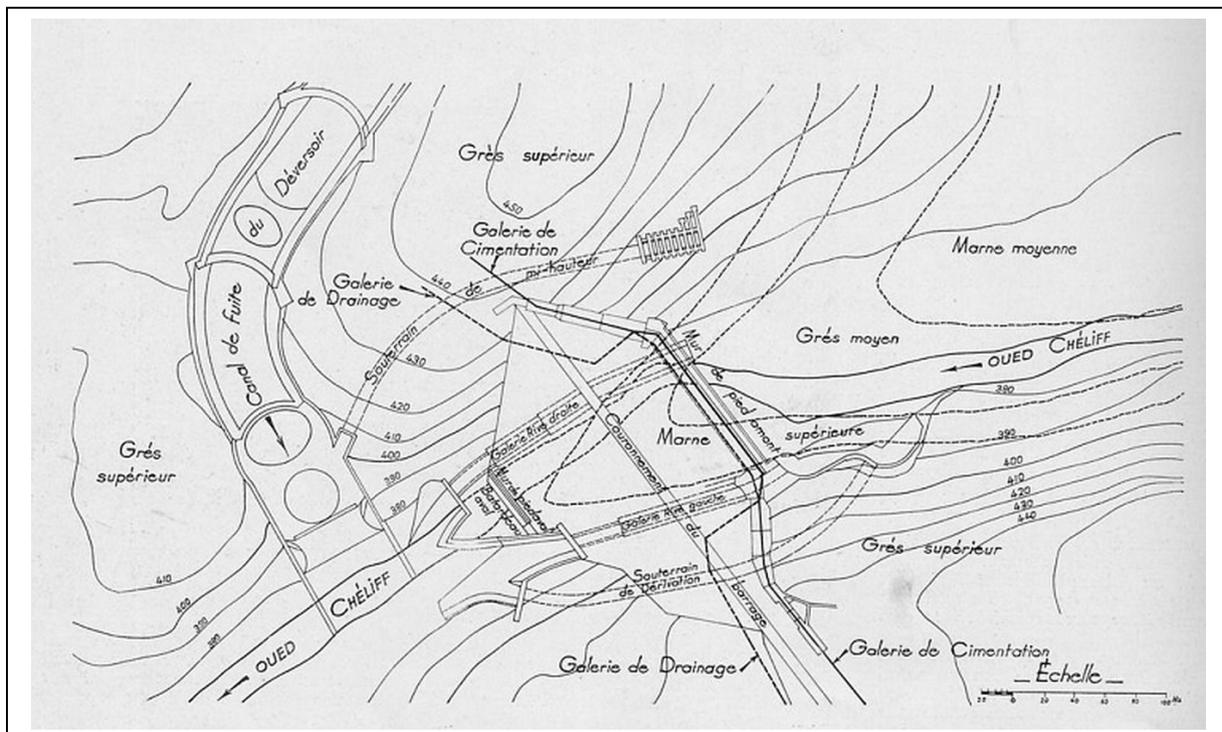


Figure 11 : Plan Général des Ouvrages du Barrage de Ghrib [13]



**Figure 12 : Centrale Electrique du Barrage de Ghrib [13]**

### 1.2.3. Autres caractéristiques techniques du barrage :

Le tableau N°1 ci- dessous donne plus de données sur le Barrage de Ghrib :

Superficie du bassin versant	<b>1378 Km<sup>2</sup></b>
Apport moyen interannuel du bassin versant	<b>148,50 Hm<sup>3</sup> (PNE<sup>2</sup>) contre 138,40 Hm<sup>3</sup> estimé par l'ABH<sup>3</sup></b>
La capacité initiale du barrage	<b>280 Hm<sup>3</sup></b>
La capacité estimée (2003) du barrage	<b>145,20 Hm<sup>3</sup></b>
Volume régularisé	<b>105,00 Hm<sup>3</sup>/an</b>
Apport réel du barrage	<b>88,56 Hm<sup>3</sup> (période 1990 - 2001)</b>
Taux d'envasement	<b>58 ,8 %</b>

**Tableau 1 : Autres Caractéristiques techniques du Barrage de Ghrib [18]**

Le tableau N°1 donne une première appréciation de l'étendue du phénomène de l'envasement du Barrage de Ghrib. Le Barrage n'échappe malheureusement pas à ce phénomène causant la réduction de sa capacité.

### 1.2.4. Rôle du Barrage de Ghrib [18]

Les eaux du Barrage de Ghrib sont destinées à l'irrigation du périmètre du Haut Cheliff avec un volume affecté de 55 Hm<sup>3</sup> /an.

<sup>2</sup> PNE : Plan national de l'eau

<sup>3</sup> ABH : Agence du Bassin Hydrographique Cheliff

Durant la période 1987-2003, le barrage de Ghrib a fait des lâchés, pour l'irrigation du périmètre du Haut Cheliff, d'un volume moyen de l'ordre de 33 Hm<sup>3</sup>/an, soit une superficie irriguée moyenne de l'ordre de 2791 ha.

Le Barrage contribue également à l'alimentation en eau potable, via une adduction de 56 Km linéaire, de deux localités de la wilaya d'Ain Defla : Oued Chorfa et Birbouche (à l'arrêt depuis 2003) d'une population de 8722 habitants et huit (08) autres de la wilaya de Médéa dont quatre font partie du bassin Cheliff Zahrez. Il s'agit de : Hannacha, Bouaichoune, Oued Harbil, Si Mahdjoub et Ouled Deid d'une population totale de 10 720 habitants (2003) et l'unité industrielle SAIDAL, avec un volume de 12Hm<sup>3</sup> environ pour la période 1997-2003.

Dans le cadre du grand projet de sécurisation de l'AEP<sup>4</sup> d'Alger, une fraction de 55 Hm<sup>3</sup> /an devra être affectée vers le barrage Bouroumi depuis le barrage Ghrib pour l'alimentation en eau potable de la ville d'Alger. Mais ce transfert se fera progressivement pour atteindre le volume autorisé. Les débuts du transfert de ces eaux datent de la fin 2002. En 2003, un volume de 2,94 Hm<sup>3</sup> a été transféré et 3,81 Hm<sup>3</sup> en 2004.

### 1.3. Le Bassin Versant du Barrage de Ghrib

Le bassin versant de l'oued Cheliff Ghrib fait partie de l'un des quatre sous régions que couvre le bassin du Cheliff « région haut Cheliff ».

Il se situe à 100 km au Sud-ouest d'Alger, entre 2°25' et 3°45' de longitude Est et entre 35°45' et 36°00' de l'altitude Nord. Il couvre une superficie de 1378km<sup>2</sup>. [19]

L'oued Cheliff Ghrib parcourt une distance de 79,9 km suivant une orientation Sud-est à l'Ouest du bassin versant, le relief atteint une altitude de 1500 mètres, tandis que le point le plus bas est à l'exutoire avec une altitude de 400 mètres. [20]

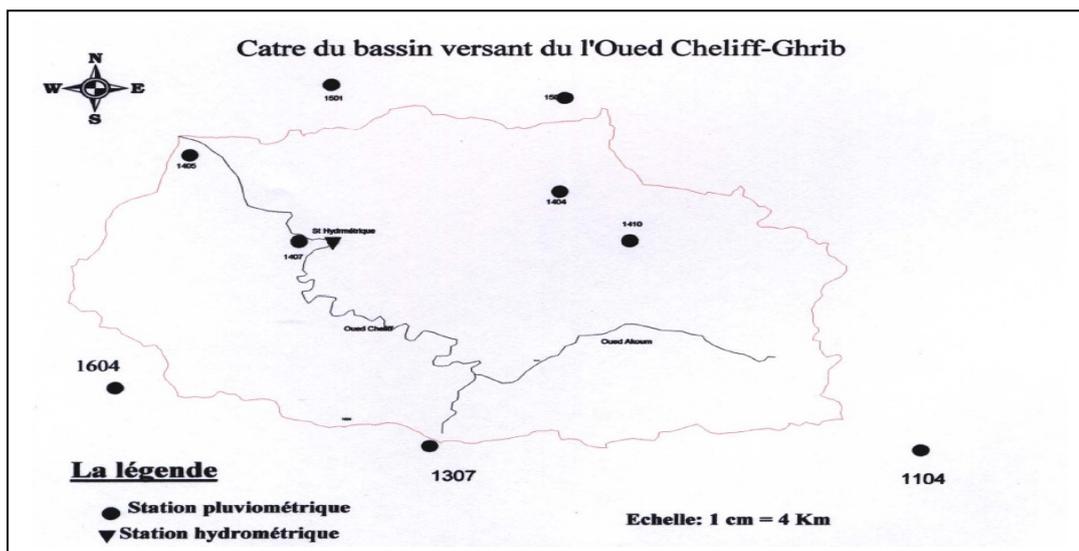


Figure 13 : Carte du Bassin Versant de l'oued Chélif Ghrib [20]

<sup>4</sup> AEP : Alimentation en Eau Potable

### a) Géologie du bassin versant du Barrage de Ghrib

Le barrage de Ghrib est construit sur l'oued Cheliff. A l'amont de ce barrage, des terrains argileux, gréseux et conglomératiques sont rencontrés. [19]

Les sols du bassin versant du barrage de Ghrib sont constitués d'alternances de grès et de marnes : [20]

- **Les grès** sont quasiment incompressibles (résistance à l'écrasement jusqu'à  $180 \text{ kg/cm}^2$  pour certains bancs). Ils sont par contre plus ou moins poreux et fragmentés par des failles.

Ces fissures sont, en général, remplies de débris limoneux. Les grès ne sont souvent que des sables à peine agglomérés.

La perméabilité des grès, pour des parties ne connaissant aucune fissuration est de  $8 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ . Cependant les grès sur le site sont fissurés et leur perméabilité après une circulation d'eau de quelques heures passe à  $10^{-2} \text{ m/s}$ .

**Conclusion : Ces terrains présentent un degré important d'érosion interne.**

- **Les marnes** sont imperméables et compressibles sous l'effet de charges élevées. Elles ont une tendance au gonflement en immersion, suite à un dessèchement et se délayent dans l'eau.

### b) Climat du bassin versant

Le climat de la région où se situe le barrage de Ghrib est un climat méditerranéen caractérisé par des fluctuations thermiques très variées.

La température maximale correspondant au mois d'Aout est de  $37,9^\circ \text{C}$  alors que le minimum est de  $6,02^\circ \text{C}$  en janvier. [20]

Les pluies fines très irrégulières ou torrentielles pouvant atteindre une grande fréquence de 30 mm par 24 heures, avec un vent en général faible avec une force comprise entre 1,4 et 2 (Echelle : Pour  $1 < F =$  la Force du Vent  $< 2$ , le Vent est considéré faible). [20]

### c) Hydrologie du bassin versant :

Le Bassin de Chélif, dans lequel est localisé le Barrage de Ghrib possède un Climat de type méditerranéen au nord et semi-aride au sud.

La pluviométrie moyenne annuelle varie entre 350 mm pour les régions les moins arrosées du sud du bassin et 600 mm pour les régions les plus arrosées au nord du bassin. [20]

## **1.4. Conclusion :**

Le barrage Ghrib est situé dans la commune d'Oued-Chorfa dans la Wilaya d'Ain-Defla. C'est un barrage en enrochement construit en 1927. Cet ouvrage permet l'alimentation en eau potable, à l'irrigation et au transfert vers les retenues pour le renforcement de l'AEP.

Le bassin versant du barrage de GHRIB fait partie de l'un des quatre sous régions que couvre le bassin du Cheliff « région haut Cheliff ». Il se situe à 100 km au Sud-ouest d'Alger, d'une superficie de 1378 km<sup>2</sup>, avec des sols constitués d'alternances de grès et de marnes, un climat méditerranéen caractérisé par des fluctuations thermiques très variées et des pluies fines très irrégulières ou torrentielles avec un vent en général faible.

Tous ces facteurs, leur présence ensemble, a favorisé l'apparition du phénomène d'érosion des sols et causé le phénomène d'envasement de la retenue du barrage qui ne cesse d'augmenter avec les années réduisant la capacité de la retenue et mettant la sécurité du barrage.

Le Chapitre 2 aura pour objectif de traiter le phénomène d'envasement du Barrage de Ghrib.

---

## Chapitre 2 : Envasement du Barrage de Ghrib

---

### 2.1. Définitions du Phénomène d'Envasement des Barrages

L'envasement des retenues des barrages est l'un des principaux problèmes que rencontrent de nombreux barrages dans le monde.

L'envasement des barrages constitue sans doute la conséquence la plus grave de l'érosion hydrique.

Les barrages de stockage sont exposés à une perte de capacité due au phénomène d'envasement. ce phénomène qui peut s'exprimer par d'autres termes tels que, l'alluvionnement des retenues et la sédimentation des particules transportées par les cours d'eau. Il est la conséquence naturelle de la dégradation des bassins versants. [21]

Le problème d'envasement est causé essentiellement par les forts taux d'érosion des bassins versants dont les particules solides sont drainées directement par des cours d'eaux, elles se déposent au fond de la retenue. Les conséquences de cette forte sédimentation sont extrêmement gênantes pour les barrages réservoirs qui s'ensavent et perdent de la capacité utile.

### 2.2. Les Problèmes Engendrés par le Phénomène d'Envasement

L'envasement des retenues de barrages pose beaucoup de problèmes, nous énumérons les inconvénients majeurs qui sont les suivants : [22]

#### 1) La réduction de la capacité de stockage du barrage :

Chaque année le fond vaseux évolue et se consolide avec occupation d'un volume considérable de la retenue.

#### 2) La mise en danger de la sécurité de l'ouvrage

Indépendamment du problème de la diminution de la capacité du réservoir. L'envasement pose un problème sur la stabilité de l'ouvrage du fait de l'augmentation de la force hydrostatique produite par le remplacement accéléré du volume d'eau par la vase due à l'accroissement de masse volumique spécifique qui peut atteindre  $1.8 \text{ t/m}^3$ .

#### 3) Envasement des canaux d'irrigation

L'irrigation se fait généralement par de l'eau chargée en sédiments, c'est ainsi que ces particules fines vont se déposer dans les canaux réduisant leurs sections mouillées causant, par la suite, le problème de comblement du réseau des canaux d'irrigation se trouvant à l'aval du barrage.

#### 4) Dégradation de la qualité de l'eau

Les sédiments véhiculent des produits chimiques (nitrates, sulfates) provenant en particulier des apports en éléments fertilisants pour les cultures et se déposant dans les réservoirs entraînant ainsi une dégradation de la qualité de l'eau.

#### 5) Obturation des organes de vidange

Un autre danger présenté par l'envasement est celui du non fonctionnement des organes de vidange de fond.

#### 6) Dommages aux turbines des centrales hydroélectriques [23]

Des sédiments plus grands que 0,1 mm peuvent grandement accélérer la corrosion des pièces des turbines et même de plus petits granulats peuvent causer des dommages s'ils contiennent du quartz, causant ainsi le plus important effet que l'envasement engendre pour les grandes stations hydroélectrique.

Également, la concentration en sédiments et la pression totale sont des facteurs importants.

### 2.3. Envasement des Barrages dans le Monde

Selon le rapport publié par le Comité International des Grands Barrages (CIGB), plus de 50 000 grands barrages existent dans le Monde avec une capacité très importante de stockage. Par ailleurs, un taux moyen de 0,5 à 1 % de leur capacité de stockage est perdu chaque année en raison de la sédimentation. [22]

Le tableau suivant donne une idée sur l'envasement de quelques retenues dans le Monde :

Pays	Barrage	Capacité Initiale en hm <sup>3</sup>	Pourcentage Annuel de Perte de Capacité (%)
Algérie	Ksob	11,6	3,5
	Cheurfa	14,4	2,0
	Foum el Ghorza	47	1,7
	Ghrib	280	1,1
Autriche	Bachental	0,7	3
	Burg	0,24	2,5
Chine	Heisonglin	8,6	6,5
Espagne	Dona Al Donza	23	6,5
	Pedro Matin	19	5,9
	Las Toreas	8,9	1,9
France	Beauvoir	11	3
	Escale (Durance)	15,7	4,2
Grèce	Lauros	1	4,3
Inde	Tungabhadra	3750	1,4
	Nizamsagar	1050	1,4
	Panchet Hill	1580	0,7
Maroc	Neckor	43	6,3
	Lalla Takerkouste	77	2
	Mohammed V	725	2
	IBN Battouta	43,6	1
U.S.A	Laguana (Colorado Alizona)	25	100
	Impelial (Colorado Alizona)	104	11,2
	Austin (Colorado Texas)	39,4	7,35
	Boysen (Big Horn River)	22	6,25
	McMillan (N.Mexique)	35	6,1
	Zuni (Zuni River)	19,5	3,5
	Alhogordo(N Mexique)	19,1	2,3
	Worth (West Forth Tlinity)	58,2	2,3

**Tableau 2 : L'envasement des Barrages dans le Monde (relevée 1987) [24]**

La stratégie de stockage de l'eau par les barrages est adoptée dans le monde entier. Il y a actuellement plus de 45 000 barrages dans le monde et. Les trois quarts des grands barrages sont dans 3 pays : la Chine (46 %), les États-Unis (14 %) et l'Inde (9 %). [25]

Le tableau N°2, nous renseigne que le phénomène d'envasement est un problème d'échelle mondiale.

Le taux d'envasement varie d'un pays à un autre et semble que les Etats Unies d'Amérique en est le plus touché car le taux d'envasement atteint des niveaux important jusqu'à atteindre la limite de 100% pour le Barrage de Laguana.

Le nord de l'Afrique est très exposé au problème d'envasement des barrages, comme l'Algérie, le Maroc présente des taux élevés d'envasement notamment pour le Barrage Neckor où le pourcentage annuel de perte de capacité de 6,3% pour le barrage de Neckor.

En Europe, l'Espagne avec des pourcentages annuels de perte de capacité variant entre 5 et 6,5% est plus touchée que les autres pays tels que la France, la Grèce et l'Autriche. En Asie, la Chine est nettement plus exposée (taux d'envasement de 6.5%) que l'Inde où la perte de capacité ne dépasse pas les 2%.

## 2.4. Envasement des Barrages en Algérie

Les pays du Maghreb comme l'Algérie, se caractérise par la rareté des ressources en eau rejoignant ainsi l'ensemble des pays aride et semi-arides, de ce fait elle a adopté la stratégie de stockage de l'eau par les barrages.

Mais malheureusement, l'Algérie est l'un des pays qui souffre du problème d'envasement des retenues de ses barrages du fait de son climat associé à certain facteurs , pluie de courte durée , de forte intensité, absence du couvert végétal et relief assez jeune et accidenté qui favorisent et accentuent le phénomène d'érosion qui est la cause principale de l'envasement des retenues de barrages .

Par conséquence, l'Algérie perd annuellement une capacité de stockage estimée à 20 millions de m<sup>3</sup> engendrée par le dépôt des sédiments dans les retenues. [26]

L'envasement des barrages en Algérie a pris de telles proportions qu'il diminue la capacité des retenues de 50 à 80 % ; l'espérance de vie des retenues de barrages est de l'ordre de 20 à 100 ans.

On stipule que la durée de vie d'un barrage réservoir est la période durant laquelle sa capacité est supérieure à 50% de la capacité initiale ; sachant que sur plusieurs barrages, en Algérie, le taux d'envasement est compris entre 43 et 84%, on constate que la majorité des retenues de barrages algériennes ont une durée de vie d'une trentaine d'années. [24]

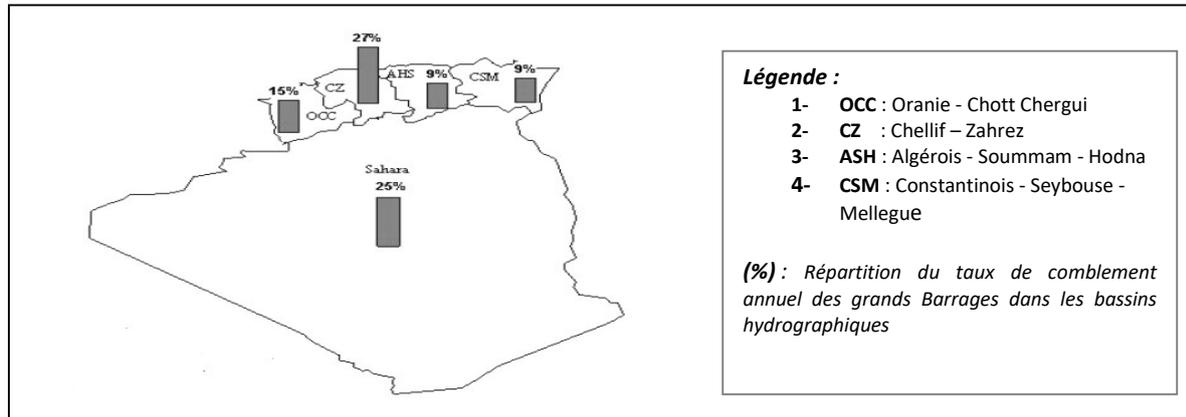
L'envasement des retenues de barrages pose des problèmes aux exploitants des barrages : outre seulement la réduction progressive de la capacité utile au fur et à mesure que les sédiments se déposent dans le fond de la retenue mais encore l'extraction de la vase est une opération très délicate et difficile qui nécessite plus souvent que la retenue soit hors service, ce qui est pratiquement impossible dans les pays arides et semi-arides et comme l'Algérie. [26]

On peut répartir les Barrages Algériens par **Secteur** au nombre de trois :

- 1) Les Barrages du Centre ;
- 2) Les Barrages de l'Est ;
- 3) et Les Barrages de l'Ouest.

Ou bien par **Bassin -Versant** au nombre de quatre [27] (voir figure N°14) :

- a) Les Barrages situés dans le Versant Oranie- Chott Chergui ;
- b) Les Barrages situés sur le Versant Chélif – Zahrez (dont le Barrage de Ghrib fait partie) sont les barrages les plus menacés par le phénomène d'envasement, ceci est dû à la forte érosion favorisée par la nature des sols et l'absence de boisement ;
- c) Suivi des Barrages situés dans le Versant Algérois - Soummam – Hodna ;
- d) Et les Barrages situés dans le Versant Constantinois –seybouse-Mellegue.



**Figure 14 : Répartition des Barrages Algériens suivant les Quatre Bassins Versants [27]**

Nous retenons la classification par Secteur et donnons à travers les trois tableaux ci-dessous N°3, 4 & 5 les enregistrements par l'ANBT<sup>5</sup>, des Taux d'Envasement des Barrages par Secteur. Nous pouvons constater alors que : [12]

- Le phénomène de l'Envasement en Algérie change considérablement d'une Région (Secteur) à une autre. Ceci est expliqué à la variation des facteurs conditionnant l'érosion et le transport solide (le point 2.5 expliquera en détail le processus d'envasement des Barrages).
- Le Secteur Ouest enregistre les plus forts taux d'envasement dépassant, même, les 50% pour les Barrages de Oued-Fodda (54%), Ghrib (58%) et Boughzoul (63%).

Barrage	Wilaya	Capacité Initiale (hm <sup>3</sup> )	Taux d'Envasement (%)
Sidi-abdell	Tlemcen	110	3,08
H.Boughrara	Tlemcen	177	0,88
Bou-Hanifia	Mascara	73	52,73
Djorf-Torba	Bechar	350	25,64

**Tableau 3: Les Barrages de l'Ouest Algérien avec leurs Taux d'Envasement [12]**

<sup>5</sup> ANBT : Agence Nationale des Barrages et Transferts

Barrage	Wilaya	Capacité Initiale (hm <sup>3</sup> )	Taux d'Envasement (%)
Sidi-Yacoub	Chlef	285	11,28
Oued-Fodda	Chlef	225	54,29
Deurdeur	Ain defla	114,95	8,55
<b>Ghrib</b>	<b>Ain Defla</b>	<b>280</b>	<b>58,8</b>
Oued mellouk	Ain Defla	127,00	6,27
Bouroumi	Ain Defla	188	3,26
kaddara	Boumerdes	145,8	2,33
Boughzoul	Médéa	55,00	63,15

**Tableau 4 : Les Barrages du Centre Algérien avec leurs Taux d'Envasement [12]**

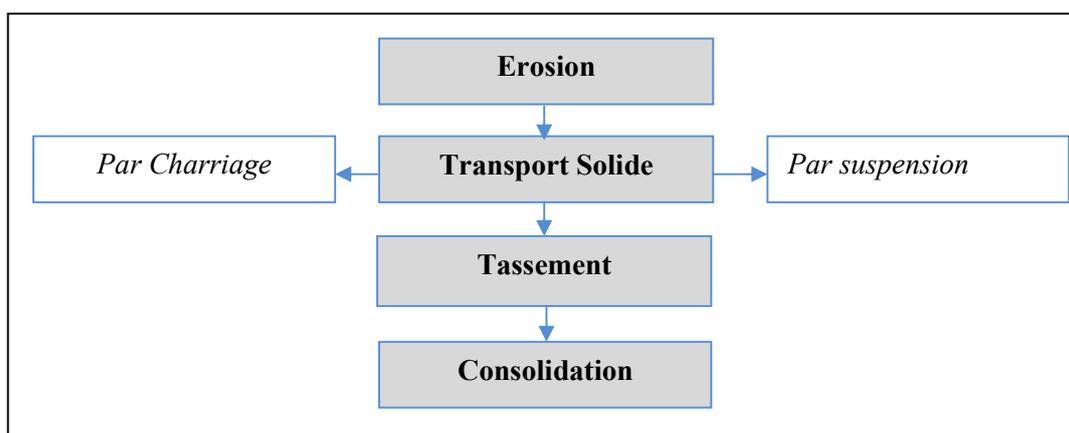
Barrage	Wilaya	Capacité Initiale (hm <sup>3</sup> )	Taux d'Envasement (%)
Oued Chorfa	Souk Ahras	157	2,77
Zerdezas	Skikda	31	57,69
Beni Haroun	Mila	963	8,62
Zit El Emba	Skikda	117,39	0,68
Ain Zada	Bordj Bou Arreidj	125	2,88

**Tableau 5 : Les Barrages de l'Est Algérien avec leurs Taux d'Envasement [12]**

## 2.5. Processus de l'Envasement des Barrages :

L'envasement des barrages résulte du transport des matières solides par les cours d'eau. Il se fait par un processus complexe caractérisé par quatre principales Etapes successives :

- 1) l'Erosion, 2) le Transport Solide, 3) la Décantation et 4) le Tassement et Consolidation. [28]



**Figure 15 : Etapes du Processus d'Envasement des Barrages [28]**

## 1) Etape N°1 : Erosion

L'érosion des sols est l'enlèvement des particules solides de ces sols par le fait de la précipitation. Ce phénomène est le premier processus conduisant vers l'envasement des retenues.

L'aspect le plus important de l'érosion est l'érosion pluviale et plus précisément l'érosion par ruissellement. [28]

Les terrains étant nus, pour une raison ou pour une autre (déboisement, jachère, labour...), le ruissellement dû aux eaux de pluie et surtout à la suite d'averses torrentielles décape progressivement les horizons supérieurs du sol jusqu'à atteindre parfois la roche mère.

La lame d'eau en mouvement le long des versants se divise progressivement. Les filets d'eau se regroupent dans les petites dénivellations du sol. Concentrée, cette eau déploie une force lui permettant d'arracher les obstacles. [28]

Cette érosion est amplifiée par des facteurs naturels comme la pente, l'intensité des pluies, la forme du bassin, et par des facteurs anthropique comme le surpâturage, les incendies, la déforestation.etc. [28]

## 2) Etape N°2 : Transport solide

Ce phénomène est le principal élément moteur après l'érosion, conduisant au processus d'envasement des barrages. Ce processus fait le lien entre les sols du bassin versant et la retenue du barrage.

Les particules arrachées au sol sont transportées par les eaux des cours d'eaux sous deux formes : [28] (voir Figure N° 16)

- *Par charriage* : Concerne les plus gros éléments. Ces éléments sont transportés sur le fond par roulement, glissement, saltation et aussi par suspension lorsque le débit est très important.

- *En suspension* : Concerne les éléments fins du transport solide qui sont maintenues en suspension. Ces éléments sont transportés par la turbulence de l'eau crée par les matériaux du lit.

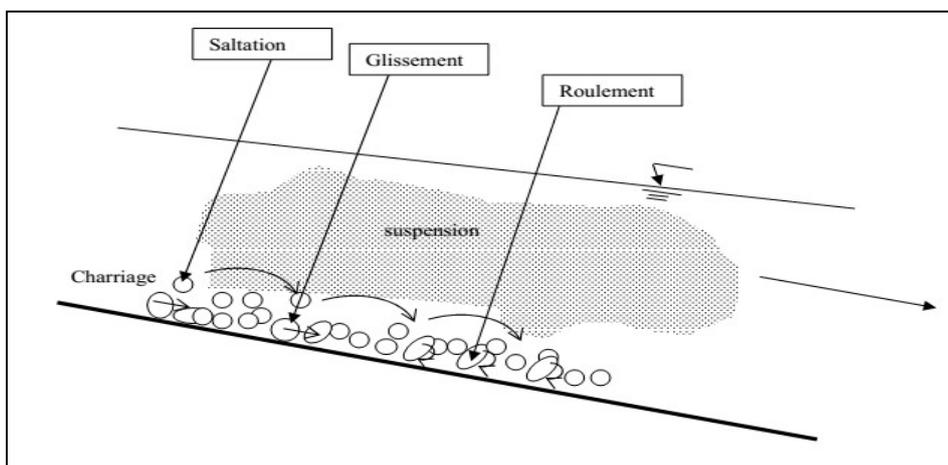


Figure 16 : Modes de Transport Solide [21]

### 3) Etape N°3 : Décantation

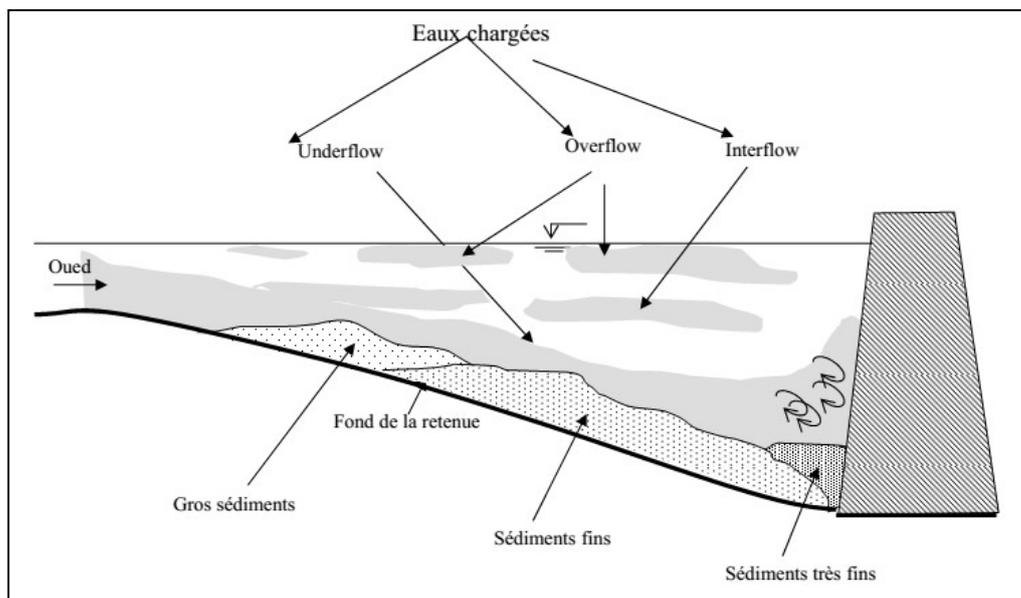
Les sédiments apportés en suspension par les cours d'eau sont susceptibles de se disperser plus ou moins dans les eaux de la retenue. Ils peuvent, soit se décanter et y être piégés, soit simplement y transiter en suspension avant d'en être évacués selon les conditions d'écoulement de la retenue. [28]

### 4) Etape N°4 : Dépôt, Tassement et Consolidation des Sédiments

Les particules seront prises au piège par les eaux calmes de la retenue, elles vont se tasser et se consolider causant ainsi la diminution progressive de la capacité de stockage de l'eau. [28]

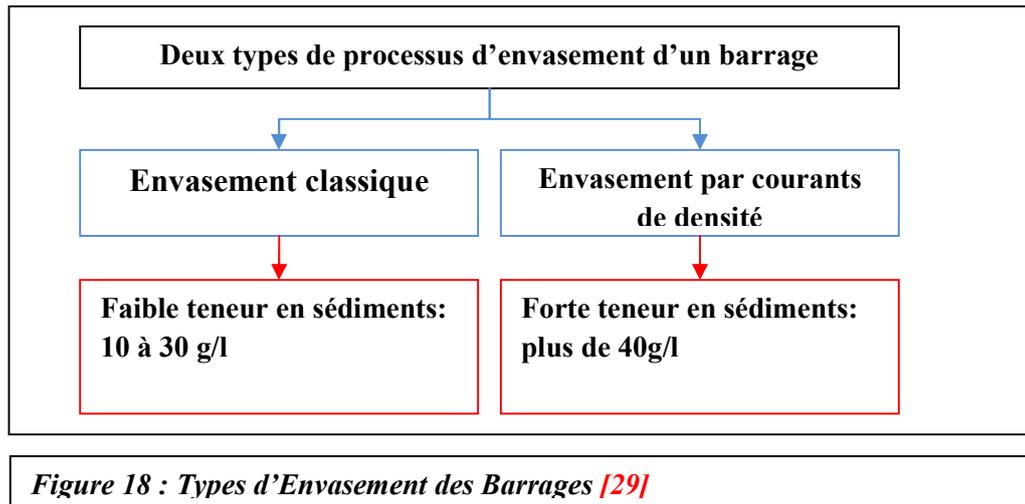
## 2.6. Types d'Envasement des Barrages

Les eaux chargées de matériaux fins forment un courant de densité qui s'écoule sur le long de la retenue et transportent ainsi la vase jusqu'au pied du barrage. Dans ce trajet, les sédiments se déposent, des plus grandes particules aux plus petites, de l'amont vers l'aval de la retenue. [21] (Voir figure N° 17)



**Figure 17 : Mode d'Envasement des Barrages [21]**

On distingue alors deux Principaux Types d'Envasement de la retenue de barrage énumérés dans la figure N°18 : [29]



### a) Envasement des Barrages classique

Ce processus se fait par la décantation des particules fines à une vitesse très lente. La teneur en sédiment est faible, de 10 à 30 g/l, on le retrouve dans tous les barrages.

### b) Envasement des Barrages par courant de densité

L'envasement se fait par l'avancement du courant de densité, caractérisé par une forte teneur en sédiment plus de 40g/l. Il survient que: lors d'une forte concentration en sédiment une forme de retenue (canal).

## 2.7. Envasement du Barrage de Ghrib

Après avoir cerné le phénomène complexe d'Envasement des Barrages, nous passons à présent à notre étude de cas : l'Envasement au sein du Barrage de Ghrib.

### 2.7.1. Les facteurs induisant l'Envasement du Barrage de Ghrib

Nous avons pu identifier, au point 2.5 du présent Chapitre, les facteurs induisant l'envasement des Barrages et avons constaté que l'érosion des sols étant la principale cause. Par ailleurs, au point 1.3 du Chapitre N° 1, nous avons relevé les caractéristiques du Bassin Versant du Barrage de Ghrib ce qui nous a permis d'apprécier le caractère très fragile de cette Région.

En combinant ces données, nous pouvons à présent énumérer les causes suivantes de l'envasement du Barrage de Ghrib : [20]

- 1) Un climat méditerranéen caractérisé par des fluctuations thermiques très variées et des pluies fines très irrégulières et torrentielles pouvant atteindre une grande fréquence de 30 mm par 24 heures.
- 2) Un relief accidenté aux pentes raides.
- 3) Les types de sol qui sont souvent constitués de marnes et grès, (facilement érodable.)

- 4) Un couvert végétal présent dans les hautes altitudes.
- 5) Un régime hydrologique très irrégulier des cours d'eaux où l'on observe des signes de dégradation poussée et généralisée tels que la divagation des oueds, le sapement des berges et l'alluvionnement des lits.

Ces conditions réunies mènent à une érosion des terres et ruissellement qui assure le transport des matières solides vers les cours d'eau, et ainsi rejoindre la retenue du Barrage qui constitue une aire privilégiée pour le dépôt des matières solides érodées.

### 2.7.2. L'Etat d'Envasement du Barrage de Ghrib [12]

Le suivi de l'état de la retenue du barrage de Ghrib, ainsi que de son taux d'envasement se fait par des levés bathymétriques<sup>6</sup> dans la retenue.

Les Entreprises qui ont réalisé ces relevés sur le Barrage de Ghrib, sont :

- a) La société française C.G.G (Compagnie Générale de Géophysique) en 1976.
- b) La société polonaise GEOKART en 1986.
- c) La société HYD/CTS en 2004.

Les principaux résultats obtenus par ces études sont donnés dans ce qui suit :

Année de levé Société	Surface (ha)	Perte de surface (ha)	Nombre d'année (années)	Perte de surface annuelle (ha/an)
1939 -	-	-	-	-
1976 CGG	1212.52	-	37	-
198 GEOKART	1174.92	37.6	10	3.76
2004 HYD/CTS	1066.20	108.72	18	6.04

**Tableau 6 : Evolution de la Surface du Réservoir du Barrage de Ghrib à la côte de retenue normale RN=427.50 m [12]**

Le tableau N°6, nous permet de constater une tendance à la baisse que ce soit pour la Surface ou bien la Capacité du réservoir du Barrage de Ghrib :

Sur la décennie (1976-1986), le Barrage de Ghrib a perdu 37.6 ha de surface de réservoir. Avec un taux de perte de surface annuel de 3.76 ha/an.

<sup>6</sup> La bathymétrie consiste en la mesure de la profondeur d'un plan d'eau par sondage et traitement des données correspondantes en vue de déterminer la configuration du fond. C'est donc une mesure bathymétrique.

Cette perte n'a fait que s'accroître dans le temps ; en effet, sur la période 1986-2004 la surface perdue est de l'ordre de 108.7 ha avec un taux annuel de perte estimé à 6.04%.

Le barrage de Ghrib a perdu sur une période de vingt huit années (1976-2004) une surface de réservoir de 146.32ha, soit 12.45% pour s'établir à 1066.20ha en 2004.

Le tableau N°7 nous renseigne davantage sur l'envasement du Barrage de Ghrib :

Année de levé Société	Capacité (Hm <sup>3</sup> )	Perte de capacité (Hm <sup>3</sup> )	Nombre d'année (années)	Perte de capacité annuelle (Hm <sup>3</sup> /an)	Taux d'envasement total (%)
1939 -	280	0	0	0	0
1976 CGG	177.78	102.22	37	2.76	36.5
1986 GEOKART	165.57	12.22	10	1.22	40.88
2004 HYD/CTS	115.32	50.25	18	2.76	58.8

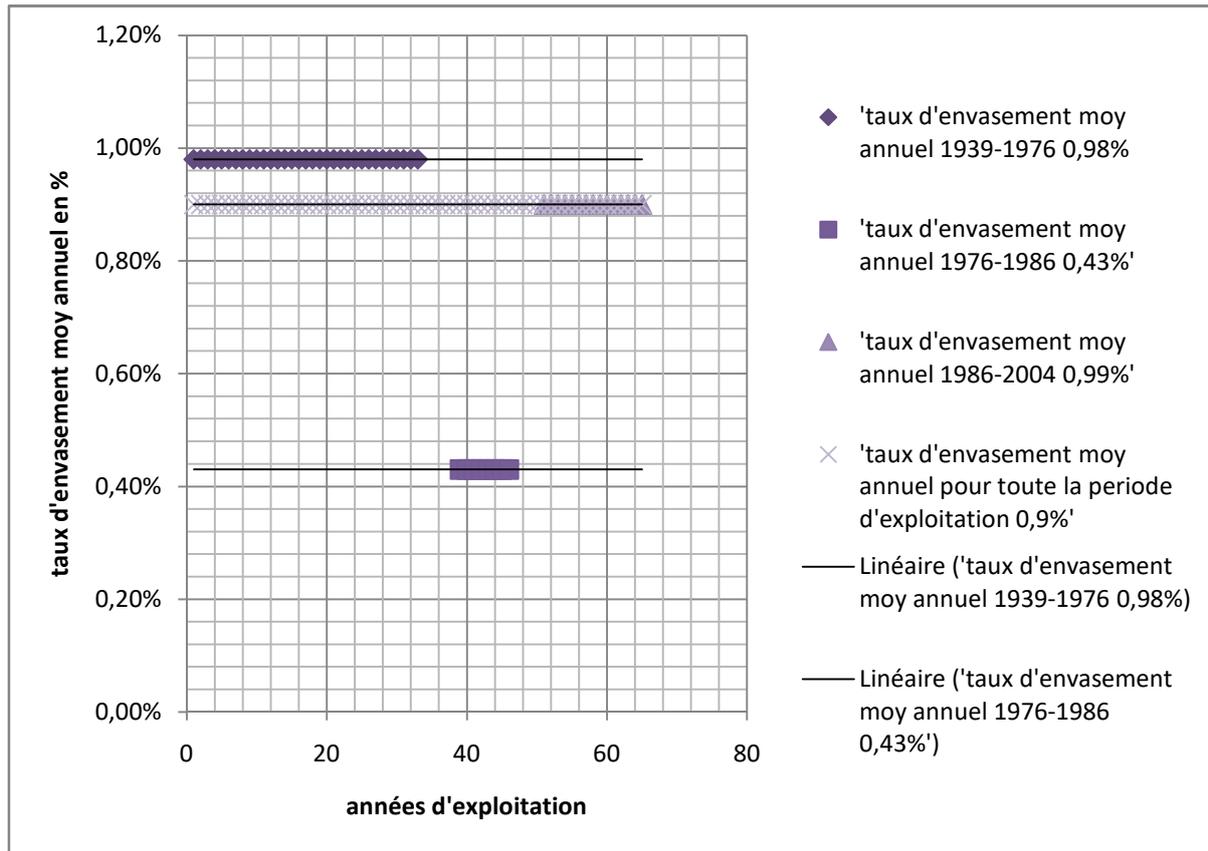
**Tableau 7 : Evolution des volumes et du taux d'envasement (à la cote de retenue normale RN=427.50 m) du Barrage de Ghrib. [12]**

On a calculé le taux d'envasement, taux d'envasement moyen annuel (en %) du barrage de Ghrib comme le montre le tableau N°8 :

Période	1939-1976	1976-1986	1986-2004
Taux d'envasement%	36,5	4,38	17,92
Taux d'envasement moy annuel %	0,98	0,43	0,99
Taux d'envasement total depuis 1939-2004	58,8%		
Taux d'envasement moy annuel depuis 1939-2004	0,9%		

**Tableau 8 : Evolution du taux d'envasement du Barrage de Ghrib 1939, 2004.**

Le Barrage de Ghrib est très envasé, son taux d'envasement total a atteint 58.8% en 2004. Toute fois l'évolution de son taux d'envasement moyen annuel n'est pas linéaire comme le fait ressortir la figure N°19 :



**Figure 19 : Evolution du taux d'envasement moyen annuel du barrage de Ghrib depuis 1939 à 2004.**

Après une forte perte de capacité sur les trente-sept premières années de vie du Barrage de Ghrib ( $-102.22 \text{ hm}^3$ ) passant de  $280$  à  $117.8 \text{ hm}^3$  soit une régression nette de  $36.5\%$ , nous remarquons que cette tendance baissière a freinée pour n'enregistrer qu'un recul de  $12.22 \text{ hm}^3$  sur la décennie qui a suivi et atteindre  $165.8 \text{ hm}^3$  durant l'année 1986.

Toutefois sur les dix-huit années qui suivent, on note que la diminution de la capacité est marquée à la hausse et a atteint  $50.25 \text{ hm}^3$  pour une capacité mesurée de  $115.32 \text{ hm}^3$  en 2004.

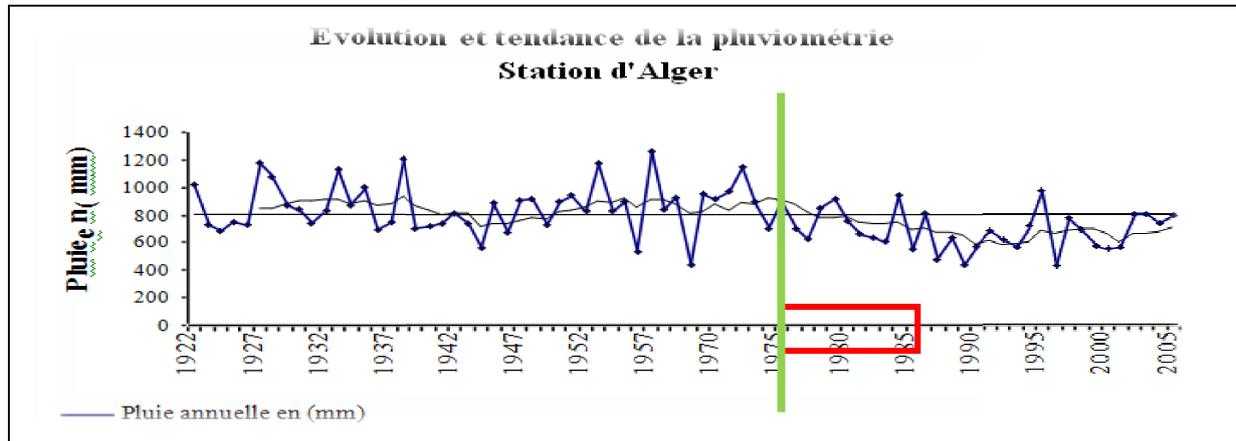
De sa mise en eau complète en 1939 jusqu'aux mesures de l'année 2004, le Barrage de Ghrib a vu perdre  $164.5 \text{ hm}^3$  de sa capacité, soit une perte nette de  $58.8\%$  correspondant à son taux d'envasement).

De même, pour le taux d'envasement moyen annuel (obtenu par division du Taux d'Envasement Total sur la Période séparant dans le temps, deux levés bathymétriques), nous constatons qu'après un fort taux ( $0.98\%$ ) sur la période 1939-1976, ce dernier a diminué de moitié ( $0.43\%$ ) sur la décennie 1976-1986, pour finalement s'accroître et atteindre un taux annuel de  $0.98\%$  sur la période 1986-2004.

La perte de vitesse simultanée constatée pour la diminution de la capacité du réservoir du Barrage de Ghrib ainsi que du taux annuel d'envasement sur la période 1976-1986, est due à une

baisse dans les apports pluviométriques sur cette période, comme le démontre le graphique de la figure N°20. En effet, on remarque que depuis l'année 1976, la pluviométrie a amorcée un net recul, faisant une différenciation dans les niveaux atteints avant et après cette date.

Les faibles précipitations ont fait que la quantité des apports solides transportés vers le Barrage étaient de faible quantité ce qui a engendré une diminution dans le taux d'envasement annuel. En effet



**Figure 20 : Evaluation de la pluviométrie entre 1922-2005[30]**

### **Conclusion :**

D'après les résultats obtenus, on constate que l'état d'envasement du barrage de Ghrib est très avancé, avec un taux de 58,8%, la capacité du barrage est réduite à moitié.

Pour faire face à ce grave problème auquel est confronté le barrage de Ghrib, les Responsables des Aménagements Hydrauliques ont décidé d'employer des méthodes de lutte préventives et curatives. Le point 2.8 nous en donne le détail.

## **2.8. Méthodes de lutte contre l'Envasement du Barrage de Ghrib**

Pour lutter contre l'Envasement du Barrage de Ghrib et pouvoir donc sauvegarder au maximum l'existence de sa retenue, des méthodes de lutte préventives et curatives ont été utilisés. Nous les exposons dans ce qui suit.

### **2.8.1. Méthode de lutte préventive contre l'Envasement du Barrage de Ghrib**

Cette méthode s'inscrit dans le cadre de projet de proximité de Développement Rural Intégré (PPDRI) dans la wilaya d'Ain Defla.

Au niveau Amont du Bassin-Versant du Barrage de Ghrib, des programmes de lutte contre l'érosion ont été réalisés par la Direction de Protection des Forêts. Il s'agit, en fait, de deux programmes de Correction Torrentielle: Programme de l'année 2012 et celui de l'année 2014. [31]

Cette correction torrentielle est sous forme de barrages de consolidation, qui sont positionnés dans les tronçons fortement érodables du chenal d'écoulement, pour limiter l'érosion longitudinale et les divagations du torrent. Les zones de berges en glissement constituent d'importantes zones d'apport de matériaux solides et constituent souvent des zones prioritaires d'implantation des barrages de correction torrentielle. [32]

La figure N°21 donne un aperçu de la forme des barrages de consolidation destinés à la correction torrentielle.



*Figure 21 : Correction torrentielle dits de « consolidation » implantés dans le chenal d'écoulement [33]*

## 2.8.2. Méthodes de lutte curatives contre l'Envasement du Barrage de Ghrib

Trois méthodes ont été adoptées pour remédier le problème d'envasement dans le Barrage de Ghrib, que sont :

- L'évacuation des sédiments par l'utilisation de la vanne de fond du barrage ;
- La réalisation d'un Barrage de Décantation à l'Amont du Barrage de Ghrib ;
- La technique de Surélévation du Barrage de Ghrib.

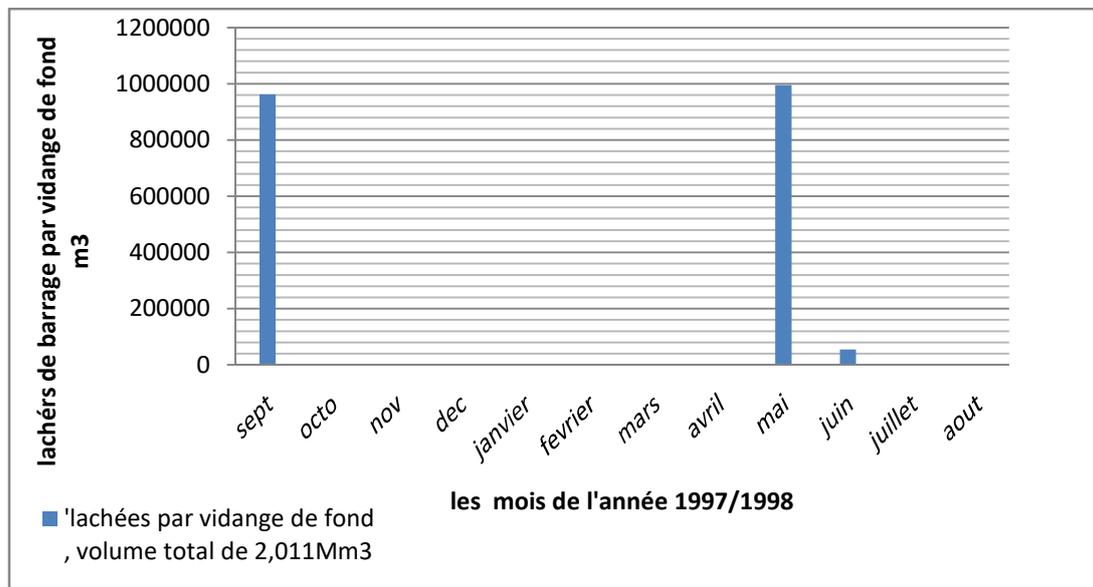
Nous donnons à présent le détail de chacune de ces méthodes.

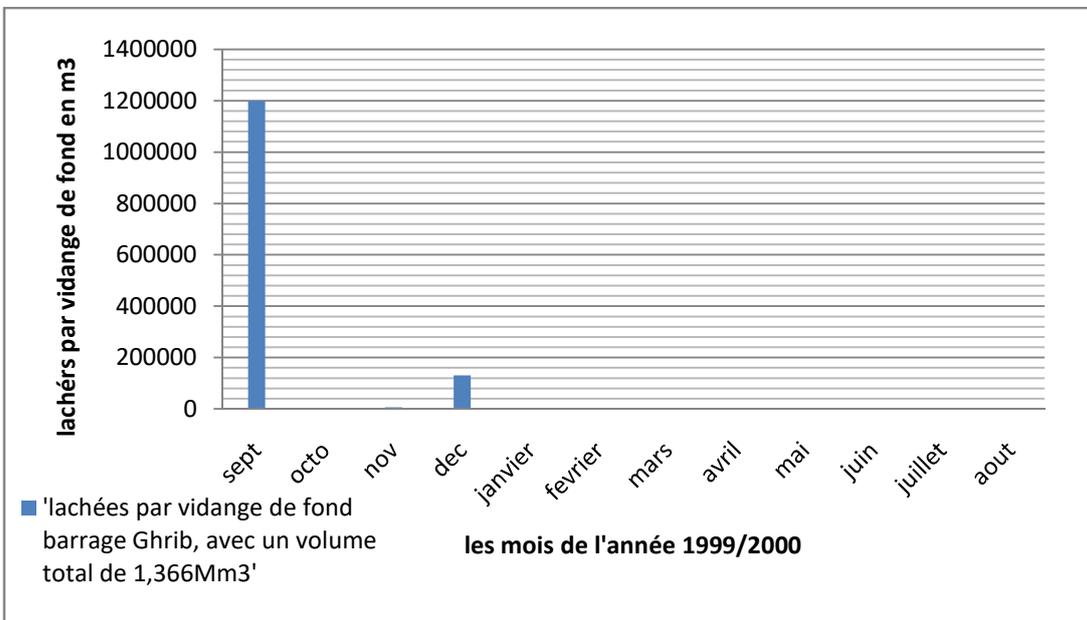
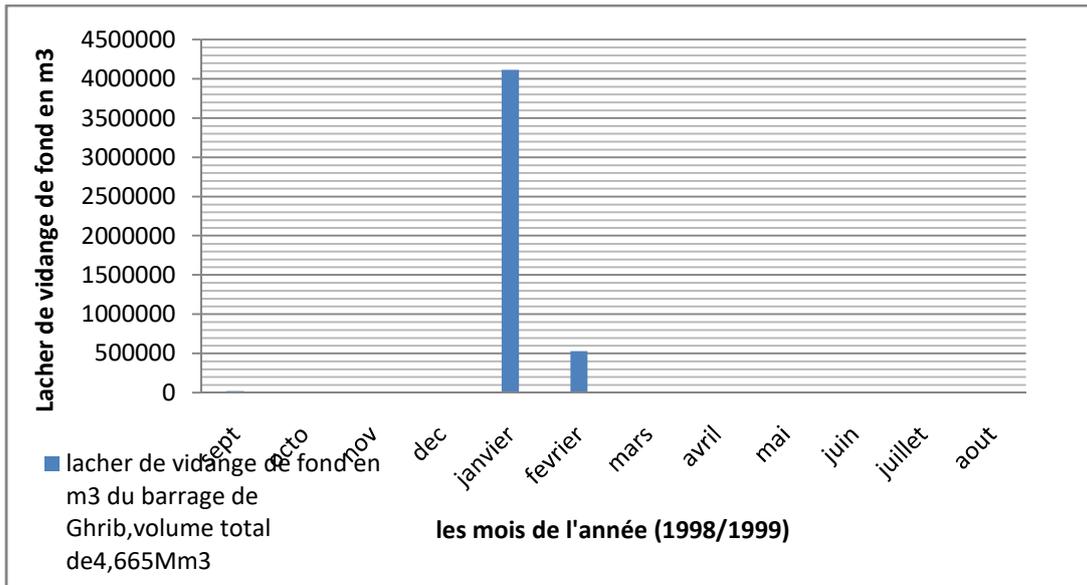
### 1) L'évacuation des sédiments par l'utilisation de la Vanne de Fond du Barrage du Barrage de Ghrib.

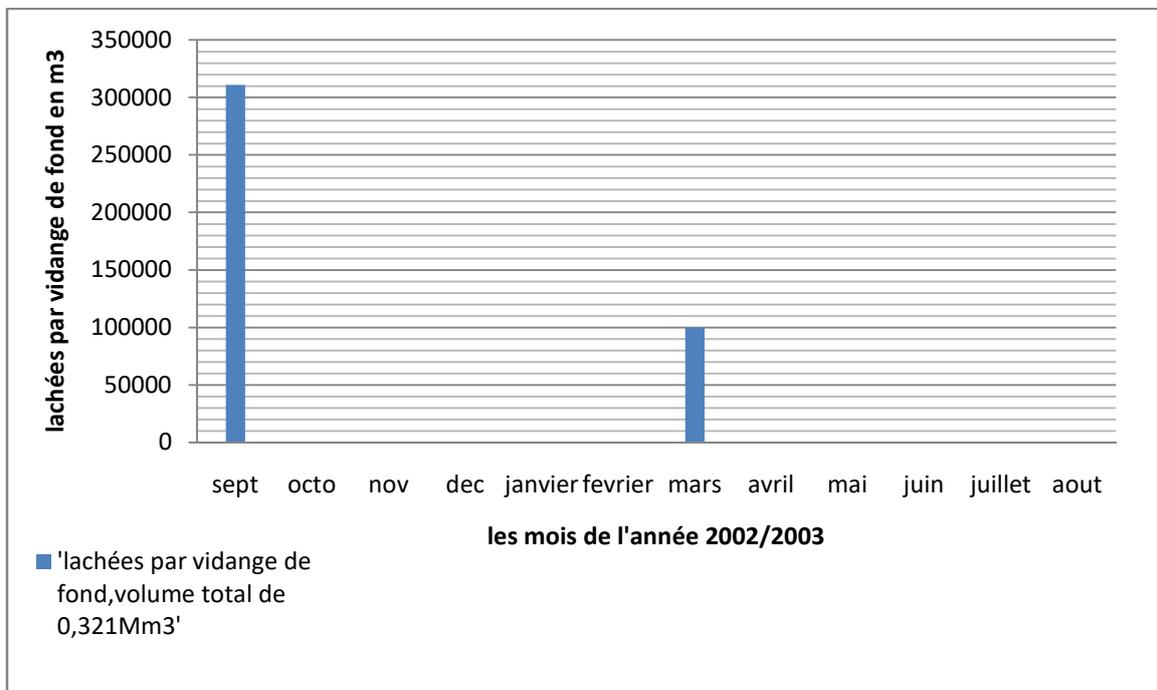
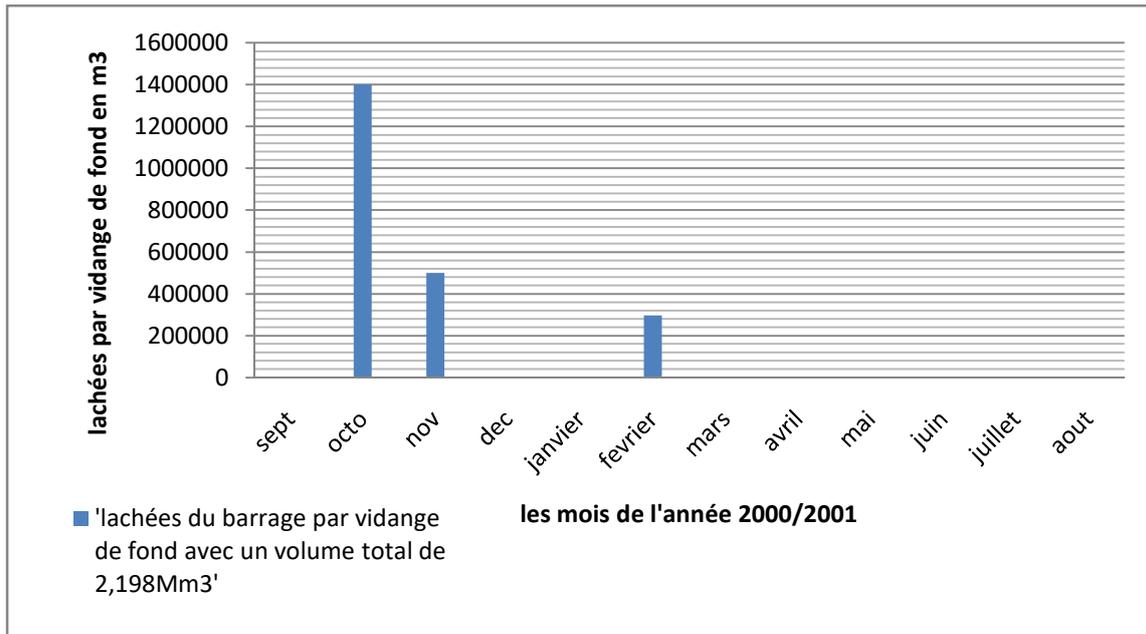
Cette technique consiste à évacuer un volume d'eau contenant une quantité de sédiments par la vanne de fond du Barrage. Elle a pour double objectifs :

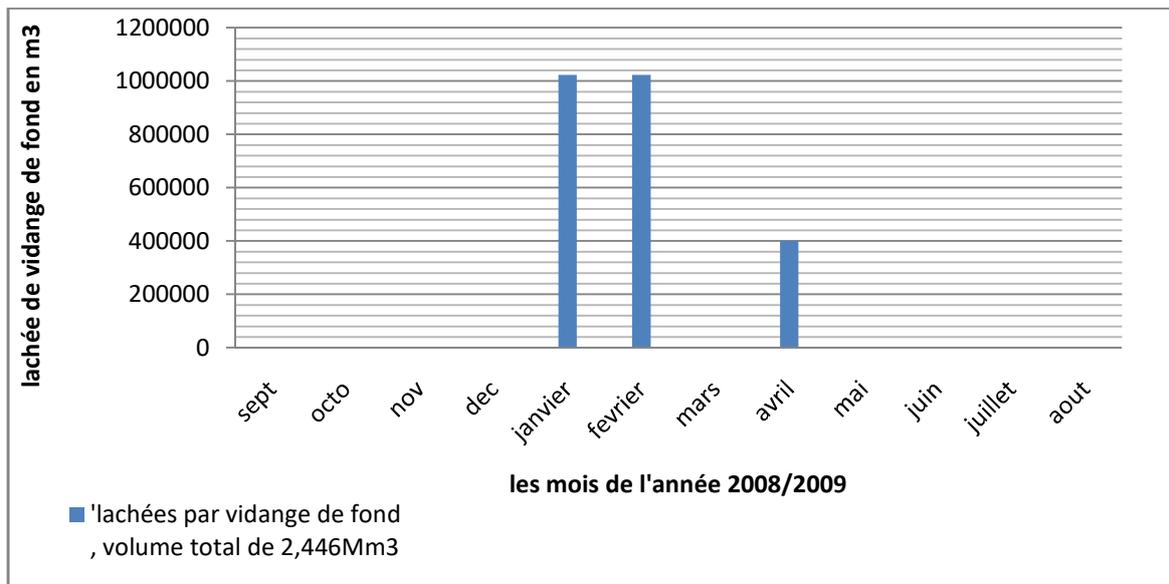
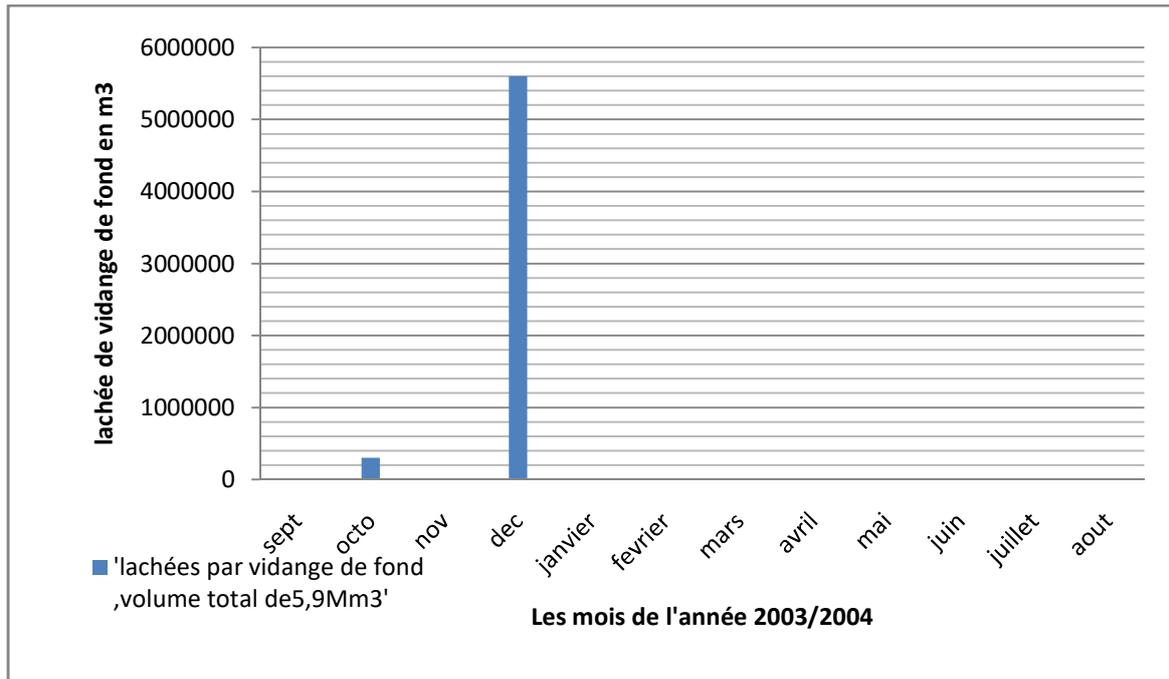
- Diminuer la quantité de vase ;
- Assurer la continuité du fonctionnement des organes de vidange de fond en évitant leur obturation.

La figure N°22 compte Sept (07) histogrammes qui renseignent sur les lâchées mensuelles par vidange de fond du Barrage de Ghrib effectué, chaque année, sur la période 1997 jusqu'en 2009 :









**Figure22 : Sept (07) histogrammes des lâchées par vidange de fond du Barrage de Ghrib Période 19972009 [12]**

L'exploitation des données des lâchées du barrage de Ghrib par vidange de fond nous informe que ces dernières se font surtout en période hivernale et automnale, coïncidant ainsi avec la période des crues, et avec d'importants volumes variant de 2 à 5 millions de m<sup>3</sup>.

Plus rares, on observe aussi des lâchées en période printanière, avec des volumes moindres, variant de 0,1 et 1 million de m<sup>3</sup>.

## 2) Réalisation d'un Barrage de Décantation à l'Amont du Barrage de Ghrib

La meilleure façon d'éviter l'envasement, c'est d'empêcher la vase d'arriver jusqu'au barrage, cela peut se faire par la création de retenues pour la décantation des apports solides, ce qui revient à construire un autre Barrage en Amont : le Barrage de Bougezoul.

Le Barrage de Bougezoul se situe à 90 kilomètres en amont du Barrage de Ghrib. Bien qu'édifié essentiellement pour amortir les crues du oued Cheliff, ce Barrage a permis de retenir depuis sa création un volume de près de  $50 \times 10^6 \text{ m}^3$  de vase qui, sans lui, seraient venus s'ajouter aux  $150 \times 10^6 \text{ m}^3$  qui se sont déposés dans celle de Ghrib, en l'an 2000. [27]

Le barrage de Boughzoul a ainsi réduit l'envasement du Ghrib de près de 18 % et apporte ainsi la sécurité totale au Barrage de GHRIB. [27]



**Figure 23 : Le Barrage de Bougezoul.**  
[34]

### 3) La Technique de Surélévation du Barrage de Ghrib

Au niveau du Barrage de Ghrib, les Pouvoirs Publiques ont réalisé une surélévation<sup>7</sup> de 4,5 m du seuil de l'évacuateur de crue réceptionnée en 2007.

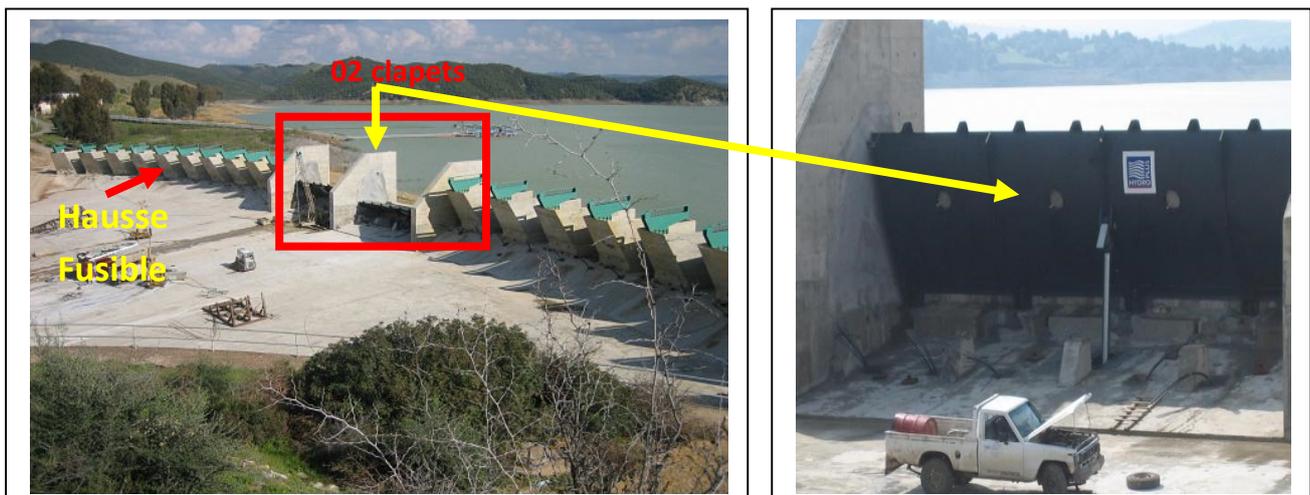
Cela a été fait par l'installation de 20 hausses fusibles mis au sommet du déversoir, associé à 2 clapets métalliques. Ce qui a permis de récupérer un volume de 70 millions de m<sup>3</sup> de capacité; l'équivalent de la capacité d'un nouveau Barrage. [35]

Cette technologie permet d'obtenir une capacité de stockage maximale, sans mettre en danger la sécurité de l'ouvrage ; formant un mur de retenue d'eau, les hausses sont lestées pour résister à la pression de l'eau en situation normale. On les dit « fusibles » car, en cas de crue exceptionnelle, la saturation en eau de leur chambre intérieure les fait basculer à l'aval, créant une brèche qui soulage la pression exercée sur le Barrage. [35]

Le tableau N°9 présente les caractéristiques des hausses fusibles et les clapets métalliques utilisés pour la surélévation du Barrage de Ghrib, et la figure N° 24 en donne l'aspect :

Nombre de hausses	<b>20</b>
Hauteur des hausses	<b>4,50 m</b>
Largeur des hausses	<b>6,75 m</b>
Poids d'une hausse	<b>80 t</b>
Nombre de clapets	<b>2</b>
Hauteur des clapets	<b>4 m</b>
Largeur des clapets	<b>25 m</b>
Poids d'un clapet	<b>20 t</b>

**Tableau 9 : Caractéristiques des hausses fusibles et les deux clapets métalliques de la surélévation du Barrage de Ghrib [35]**



**Figure 24 : Hausses Fusibles et Clapets du Barrages de Ghrib [35]**

<sup>7</sup> D'autres Barrages ont bénéficié de cette technique, nous citons : le Barrage de Beni-Amrane à Boumerdes et F.E.Guess à Biskra.

Les deux clapets sont toujours fermés, ils s'ouvrent que lors des crues exceptionnelles.

L'association « hausses fusibles et clapets » permet de gérer finement le niveau de la retenue et d'accroître la période de retour du déclenchement de la première hausse.

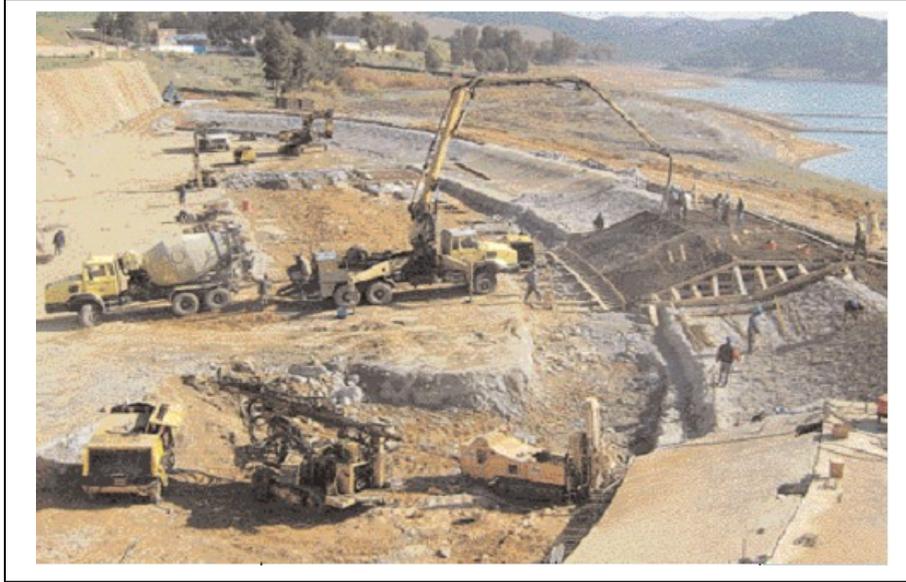


Figure 25 : Chantier de surélévation du Barrage de Ghrib [36]

Les hausses fusibles permettent d'accroître les performances des déversoirs, les avantages de tirés de leur installation peuvent être résumés dans ce qui suit :

### 1. Augmenter la capacité de stockage du barrage

L'installation de hausses fusibles sur le seuil d'un déversoir permet d'augmenter le niveau de la retenue normale en maintenant le niveau de sécurité du barrage. La capacité du Barrage de Ghrib est passée de  $115.32\text{hm}^3$  en 2004 avant surélévation à  $185.32\text{hm}^3$  en 2007 après surélévation. (Voir Figure d'Illustration N°26- a)

### 2. Mettre en sécurité le barrage

L'installation de hausses fusibles sur le seuil préalablement abaissé d'un déversoir garantit la capacité de stockage initiale du barrage tout en permettant l'évacuation de la crue de projet révisé. (Voir Figure d'Illustration N°26- b)

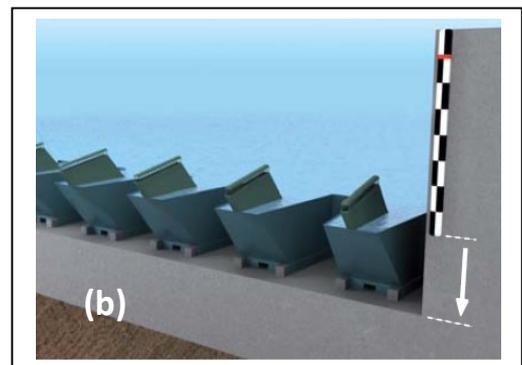
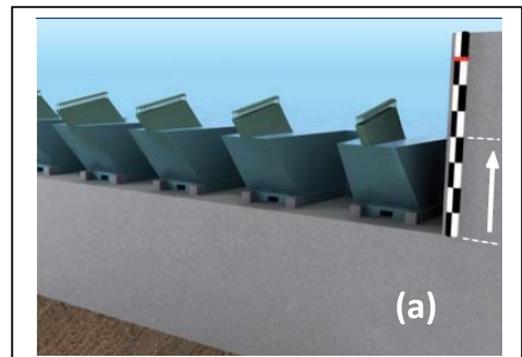
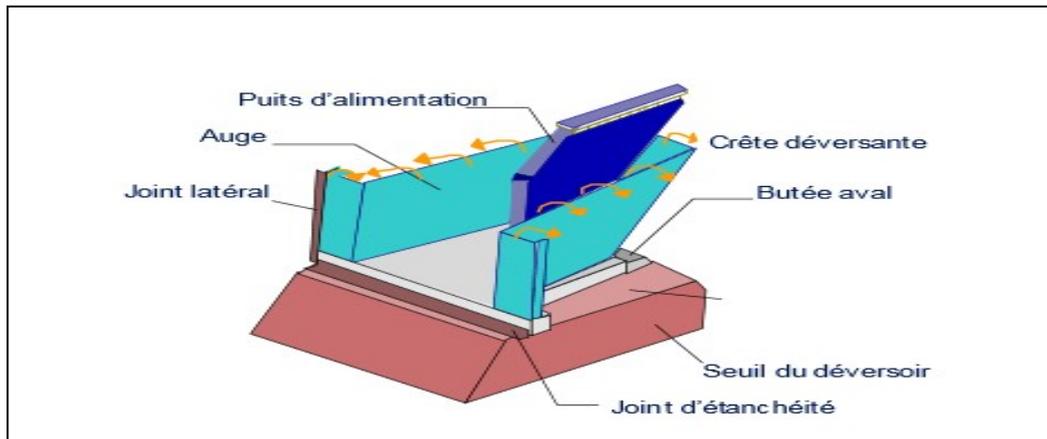


Figure 26 : Illustration des Hausses Fusible (a) & (b) [35]

Pour le barrage de Ghrib le type de hausses fusibles utilisé est les '**hausses fusibles labyrinthes**', leur crête en forme de labyrinthe, dont la longueur développée équivaut à 3 fois celle du seuil, permet d'augmenter les capacités de déversement du seuil et de retarder ainsi le basculement des hausses. [35]

Chaque module ou hausse se compose de trois parties : l'auge, la chambre de mise en pression et le puits d'alimentation. Un joint assure l'étanchéité du système et des purges drainent la chambre en cas d'alimentation accidentelle de celle-ci. (Voir figure N°27)



**Figure 27 : les composants d'une hausse fusible. [36]**

Posées sur le déversoir, les hausses fusibles forment un écran étanche, relevant ainsi la crête de déversement du barrage. Leur fonctionnement se partage en deux modes en fonction de la nature de la crue :

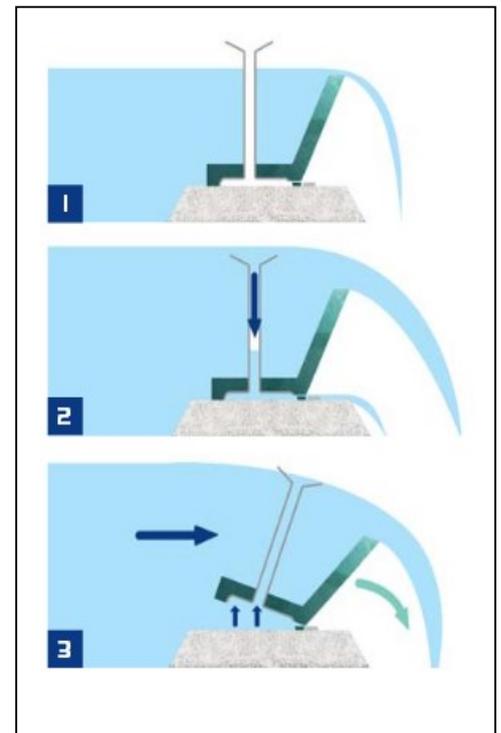
#### **Mode N°1 : Crues Normales**

Posées sur le déversoir, les hausses fusibles forment un écran étanche, relevant ainsi la crête de déversement du barrage. Lors de la plupart des crues, l'eau s'écoule simplement par-dessus les hausses qui agissent comme un seuil libre déversant. (Voit Figure d'Illustration N°28- 1)

#### **Mode N°2 : Crues Exceptionnelles**

La chambre inférieure d'une hausse est alimentée lorsque le niveau de l'eau dépasse le sommet de son puits (Voit Figure d'Illustration N°28- 2). Dès que les purges sont saturées, une pression s'établit sous la hausse qui la déséquilibre et la fait basculer vers l'aval (Voit Figure d'Illustration N°28- 3).

Au fur et à mesure de la montée de l'eau, les hausses basculent ainsi les unes après les autres. Leur cote de basculement est réglée avec précision par le calage en hauteur du puits, différent d'un élément à l'autre.



**Figure 28 : Illustration des modes de fonctionnement des Hausses Fusible (a) & (b) [35]**

## **2.9. Conclusion**

L'envasement des retenues des barrages est l'un des principaux problèmes que rencontrent de nombreux barrages dans le Monde.

Les pays du Maghreb comme l'Algérie, souffre du problème d'envasement des retenues de ses barrages qui perdent annuellement une capacité estimée à 20 millions de m<sup>3</sup> par la sédimentation. La majorité des barrages en Algérie trouvent leur durée de vie réduite de l'ordre d'une trentaine d'années à cause de l'envasement.

Le barrage de Ghrib n'échappe pas au phénomène d'envasement accentué par la nature érodable du sol de son bassin versant.

Le taux d'envasement total du barrage de Ghrib a été déterminé à 58,8% en 2004, ce qui le classe parmi les barrages à fort taux d'envasement.

Pour préserver le barrage et assurer sa continuité dans l'alimentation des villes en eau potable, et dans l'irrigation des terres agricoles les responsables des aménagements hydrauliques on employer des méthodes de luttés préventives et curative pour lutter contre le phénomène d'envasement :

La méthode préventive employée se résume en programmes (années 2012 et 2014) de correction torrentielle à travers des barrages de consolidation.

Les méthodes curatives sont au nombre de trois :

- L'évacuation des sédiments par l'utilisation de la vanne de fond du Barrage.
- Réalisation d'un barrage de décantation « Barrage de Boughzoul » en amont du Barrage de Ghrib.
- La surélévation du Barrage de Ghrib au niveau du seuil du déversoir.

---

## CHAPITRE 3 :

---

### 3.1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous avons utilisé une méthode graphique [5] qui nous a permis de calculer le taux d'envasement du barrage en 2015 et 2020, d'après ces calculs on a pu tracer le graphe représentant la répartition du volume de vase 'V' déposé par rapport à la hauteur du barrage pour les mêmes années.

On tracera aussi le profil en long du barrage de Ghrib pour l'année 2015 et l'année 2020 ainsi que les profils en travers aussi grâce cette méthode graphique [5]

### 3.2 Le taux d'envasement du barrage de Ghrib :

On a estimé le taux de vase qui va se déposer dans le barrage de Ghrib 2015 et 2020, par la formule suivante :

$$V/V_0 = 1,6228t^{0,8707} \quad [5]$$

Avec :

- $t$  = le temps depuis la mise '1939' en eau du barrage jusqu'à l'année de la prévision.
- $V_0$  = Volume initial du barrage (280 hm<sup>3</sup>).
- $V$  = Volume de vase déposé .

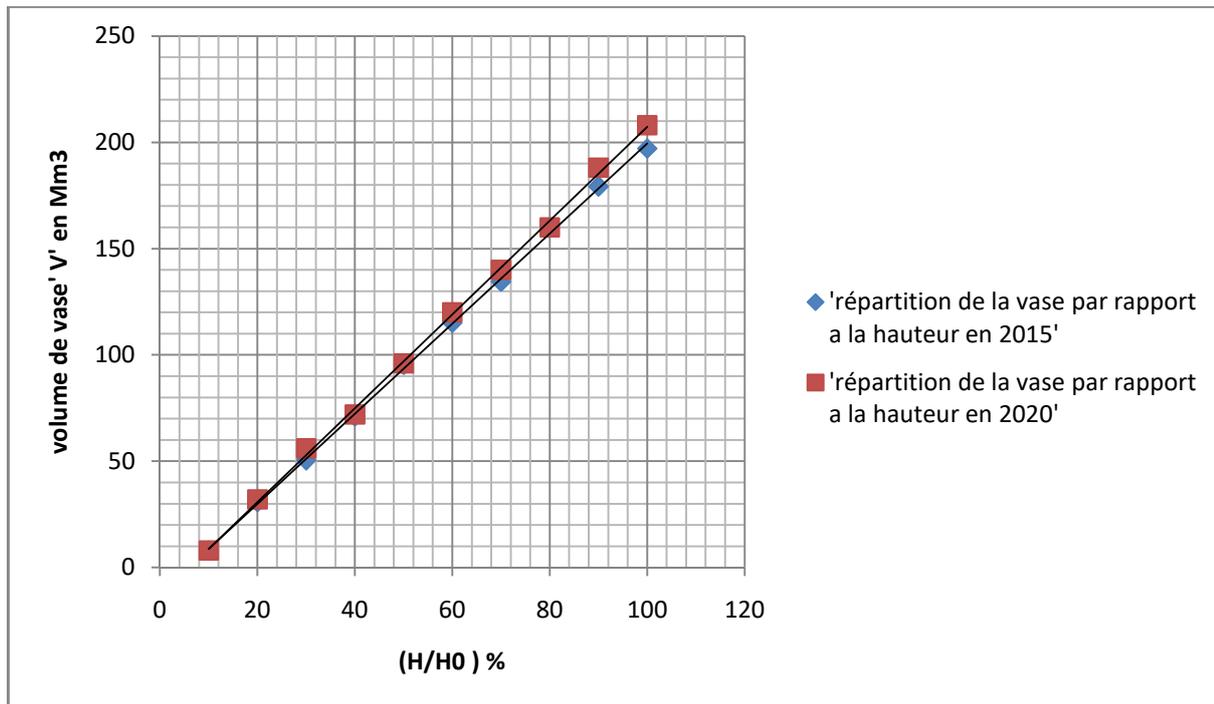
Après avoir fait les calculs on a trouvé que le volume de vase qui va se déposer :

- En 2015 :  $V = 197\text{Mm}^3$  ( $t = 76$  ans), cela correspond à un taux d'envasement de 70%
- En 2020 :  $V = 208\text{Mm}^3$  ( $t = 81$  ans), cela correspond à un taux d'envasement de 74,47%
- 

le taux d'envasement estimé en 2015 est de 70% et en 2020 à 74,47%, cela signifie que pour une période de 5 ans le taux d'envasement va augmenter de 4,47% ce qui est équivalent à un taux d'envasement moyen annuel presque égale à 1% .ce taux d'envasement moyen annuel est très inquiétant

### 3.3 Répartition de la vase par rapport à la hauteur du barrage de Ghrib :

Les résultats calculés précédemment nous ont permis de tracer un graphe représentant le volume de vase déposé dans la retenue par rapport à la hauteur du barrage :



*figure29 : la répartition de la vase par rapport a la hauteur du barrage en 2015, 2020.*

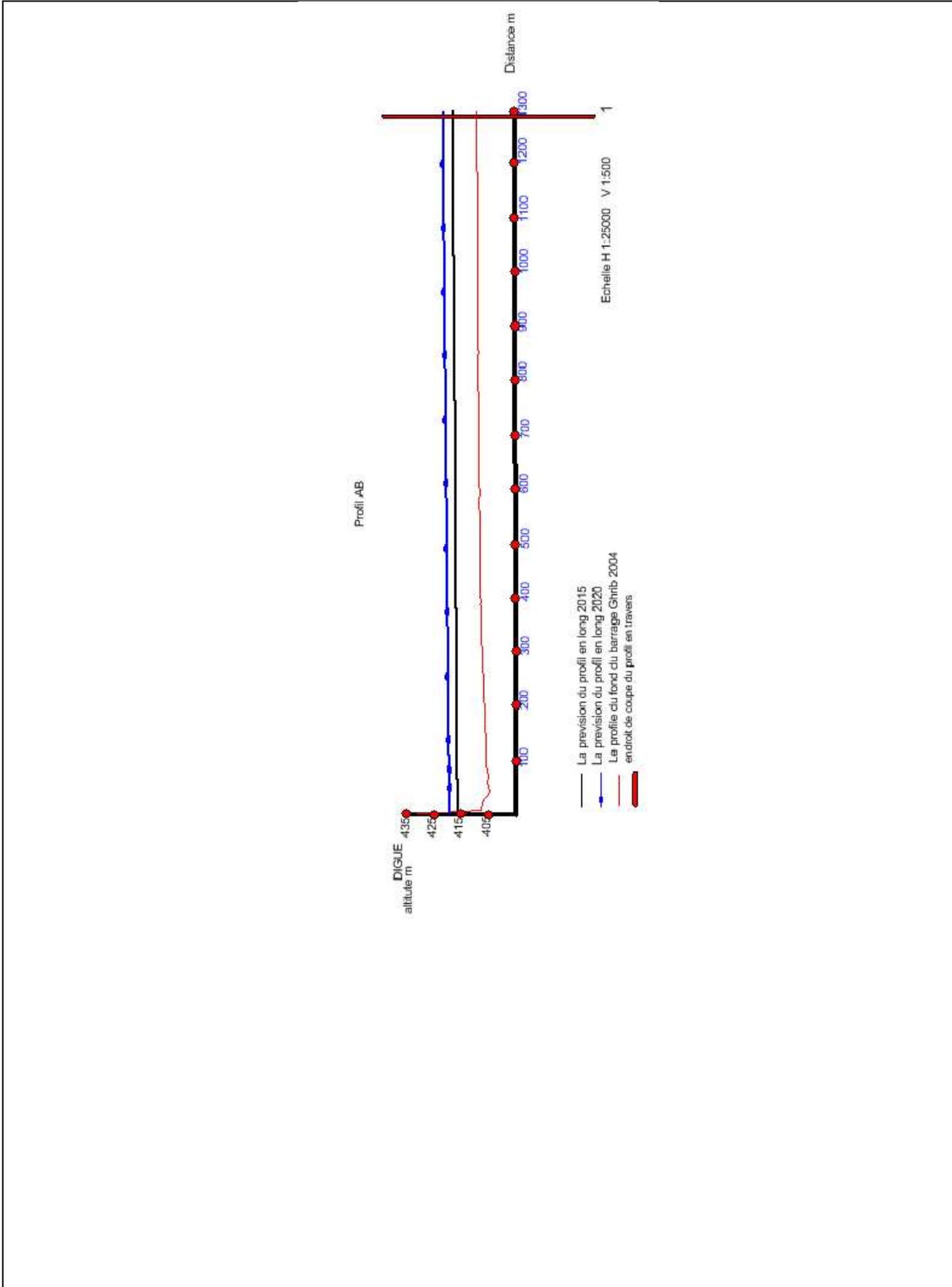
on remarque que le volume de vase augmente d'une façon linéaire par rapport à la hauteur du barrage.

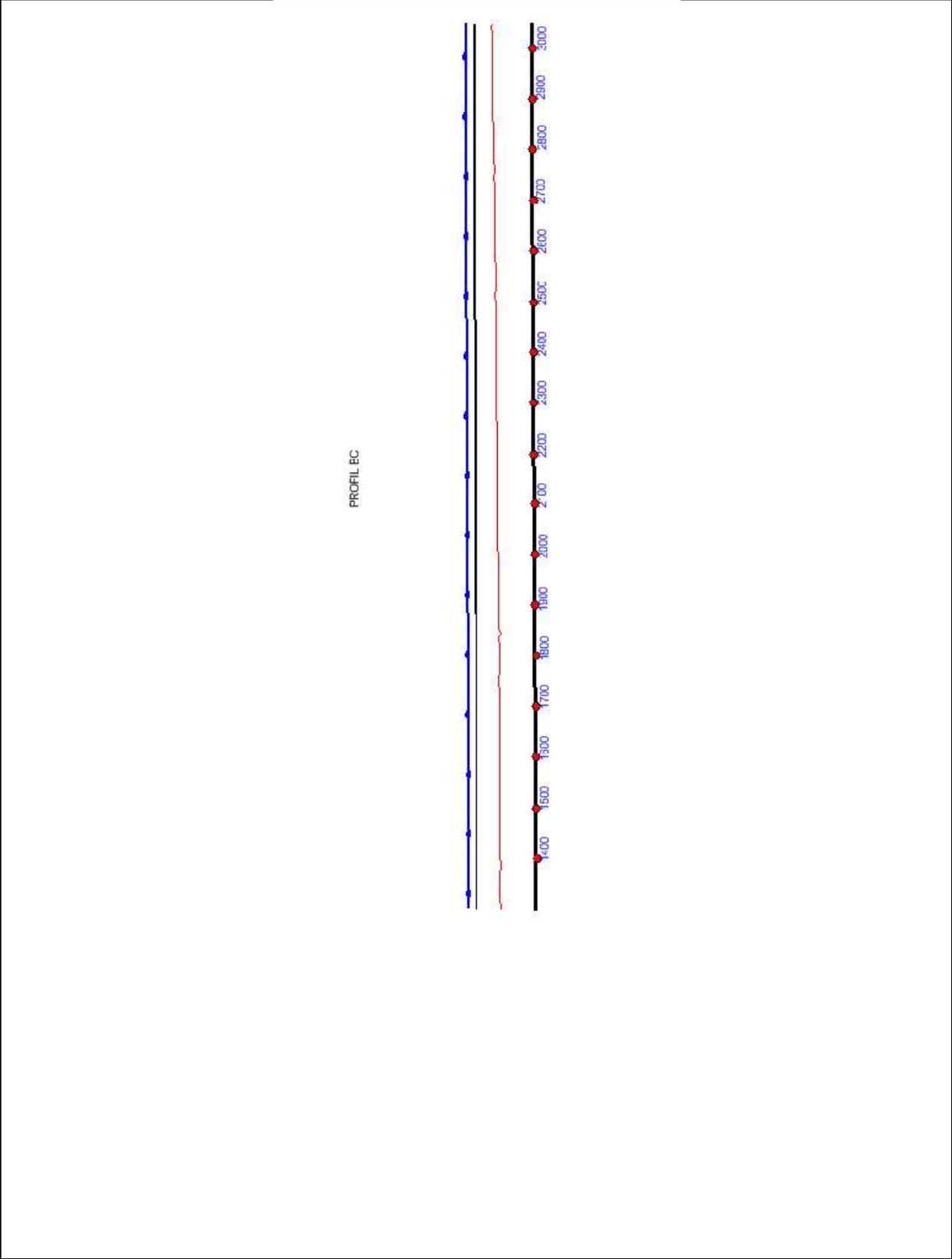
### 3.4 Profil en long du barrage de Ghrib :

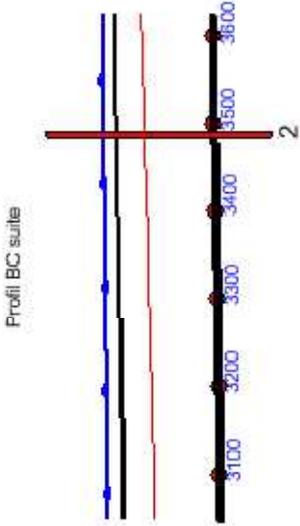
On a tracé les profils en long du barrage de Ghrib en 2015 et 2020 grâce à une méthode graphique [5]

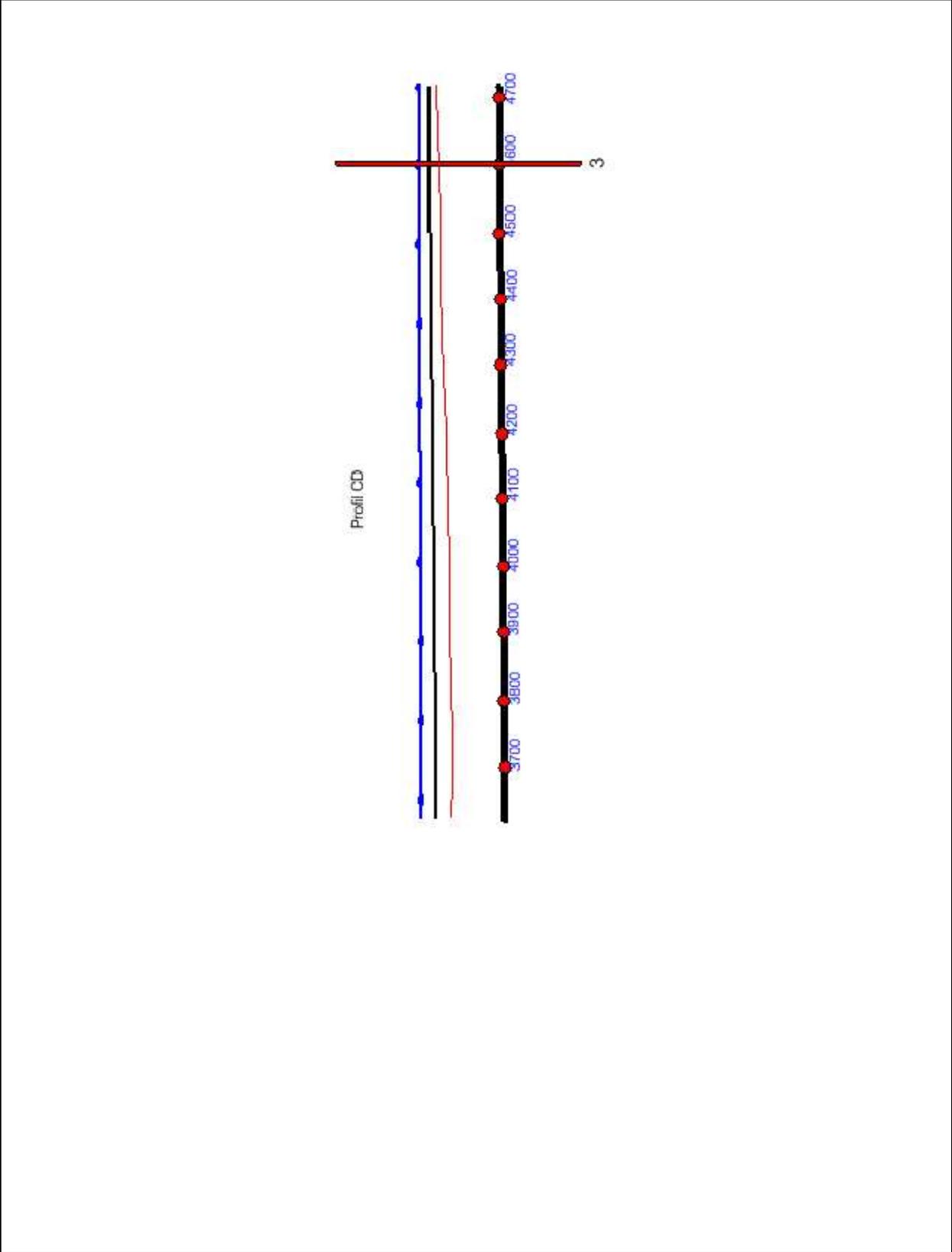
La figure N°30 représente le profil en long du levé bathymétrique 2004 et les prévisions du profil en long pour 2015 et 2020

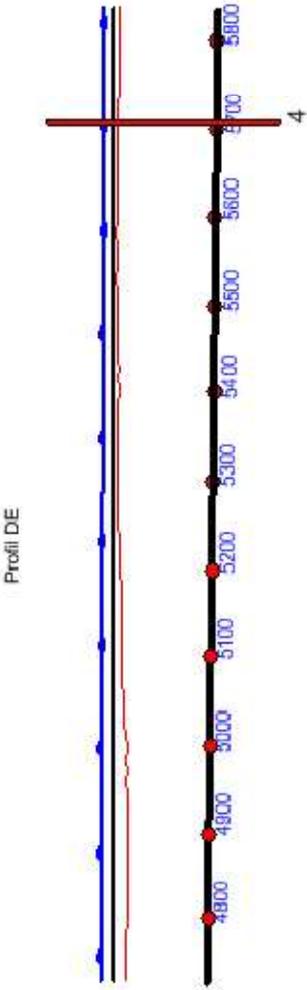
Remarque : le profil en long a été découpé en plusieurs tronçons, il est aussi présenté sous forme d'un dépliant dans notre mémoire.

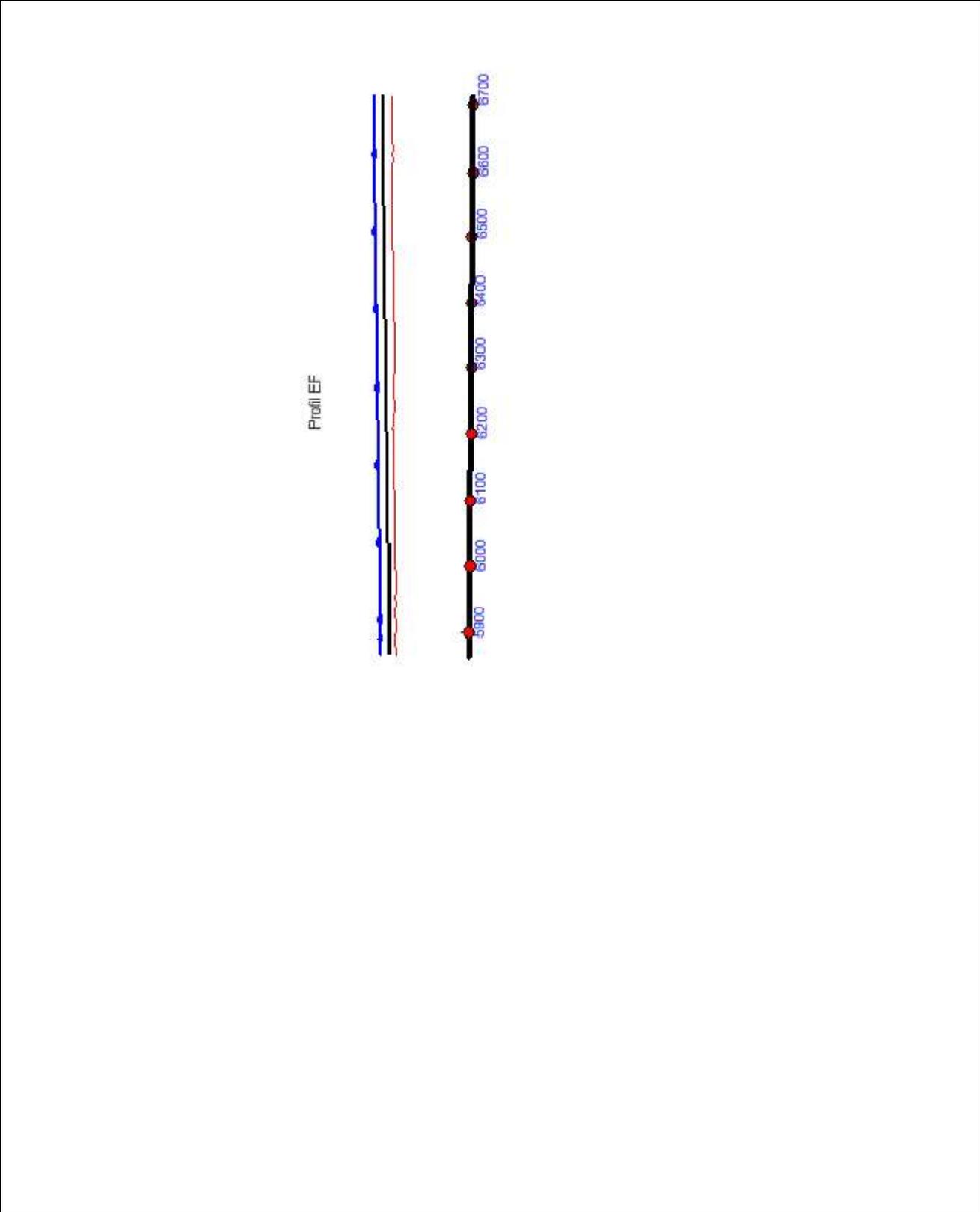


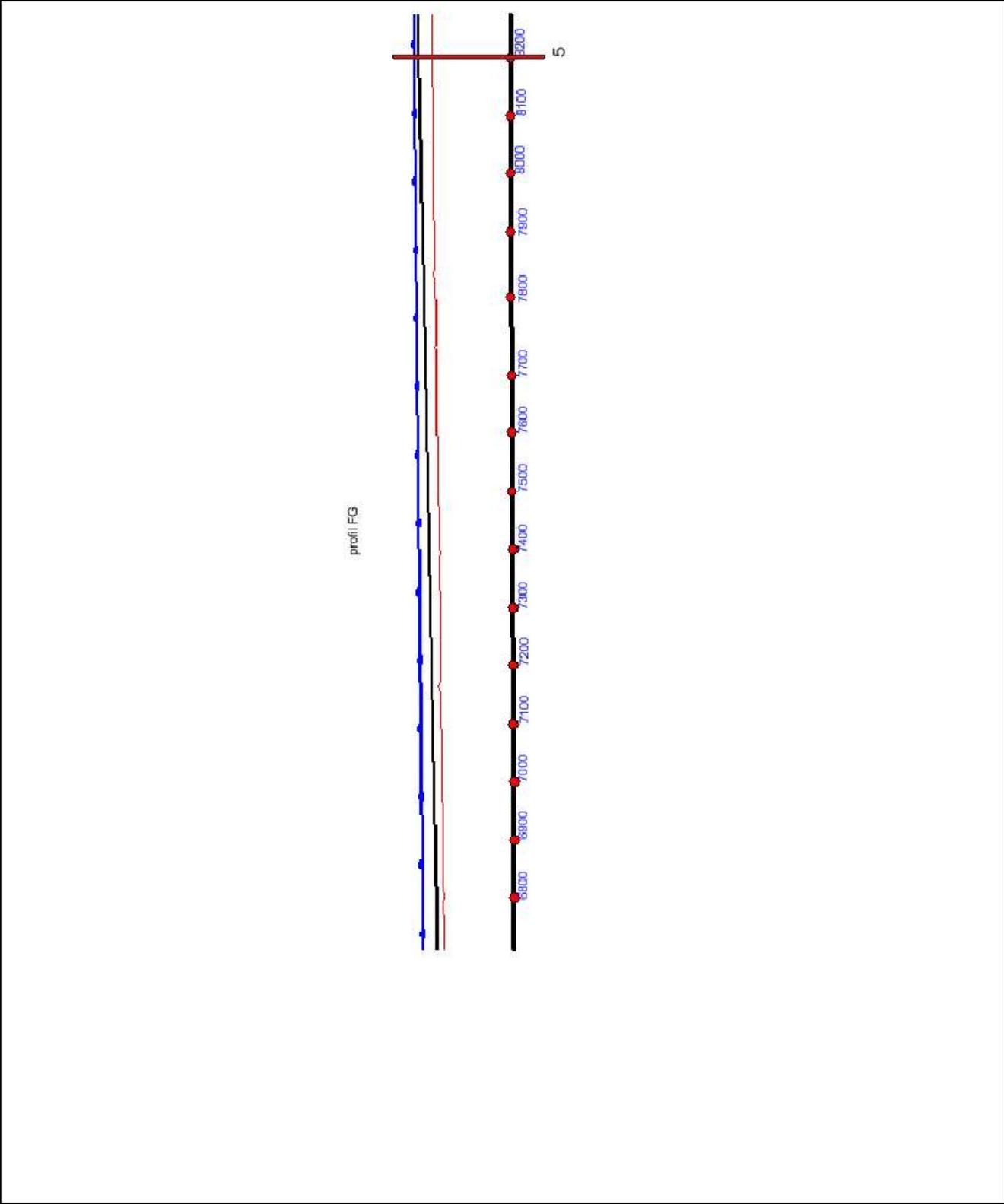












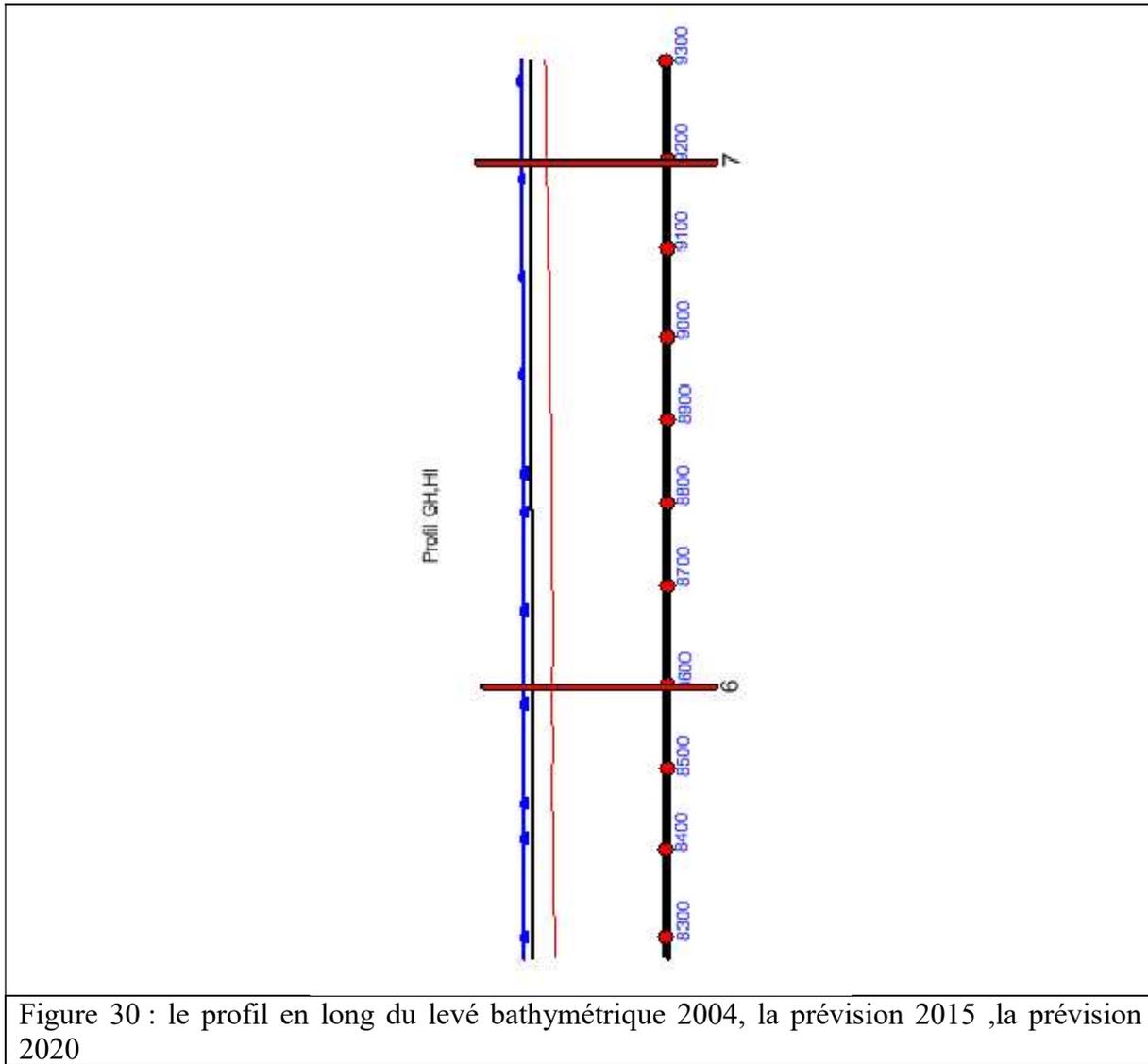


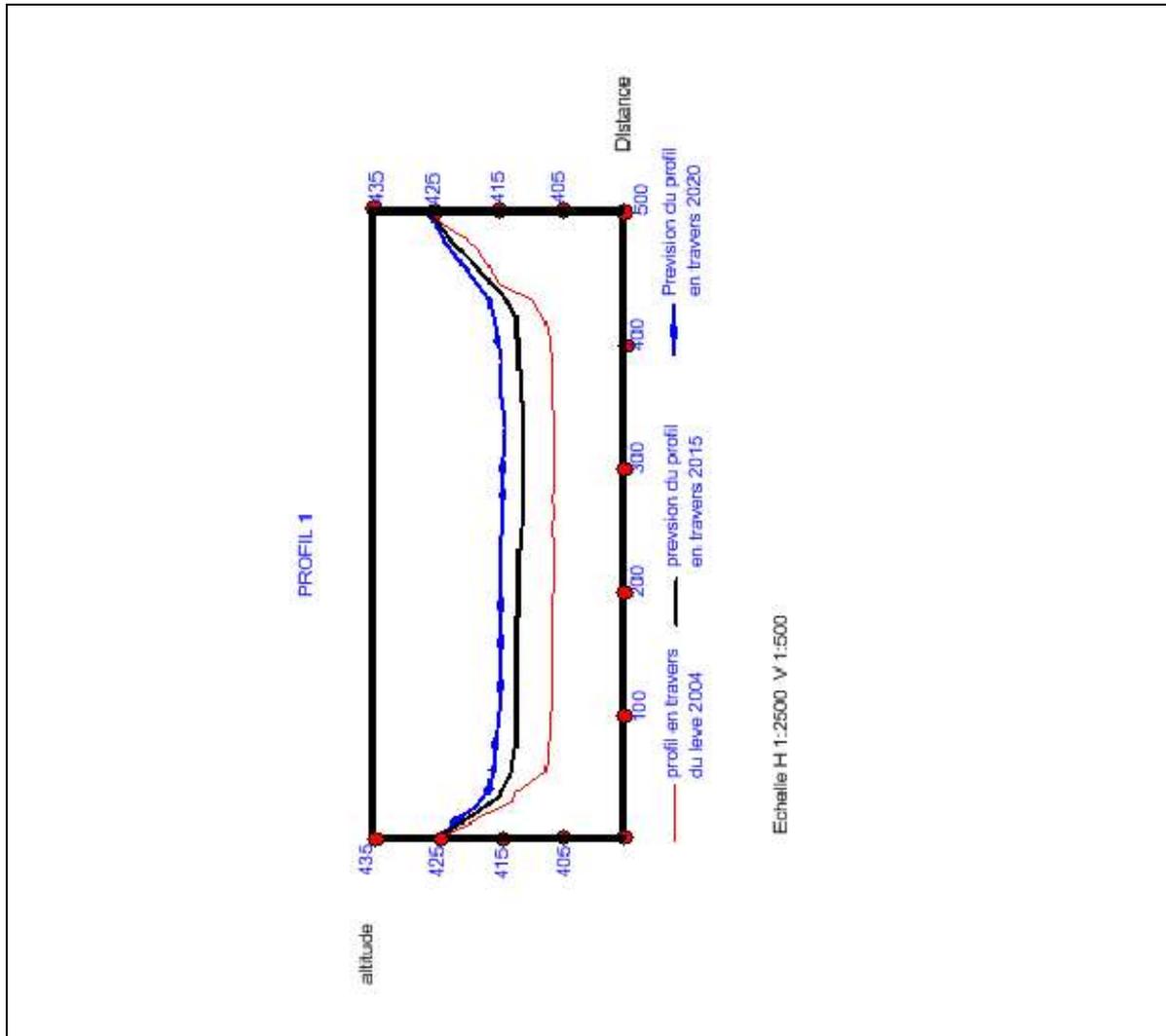
Figure 30 : le profil en long du levé bathymétrique 2004, la prévision 2015 ,la prévision 2020

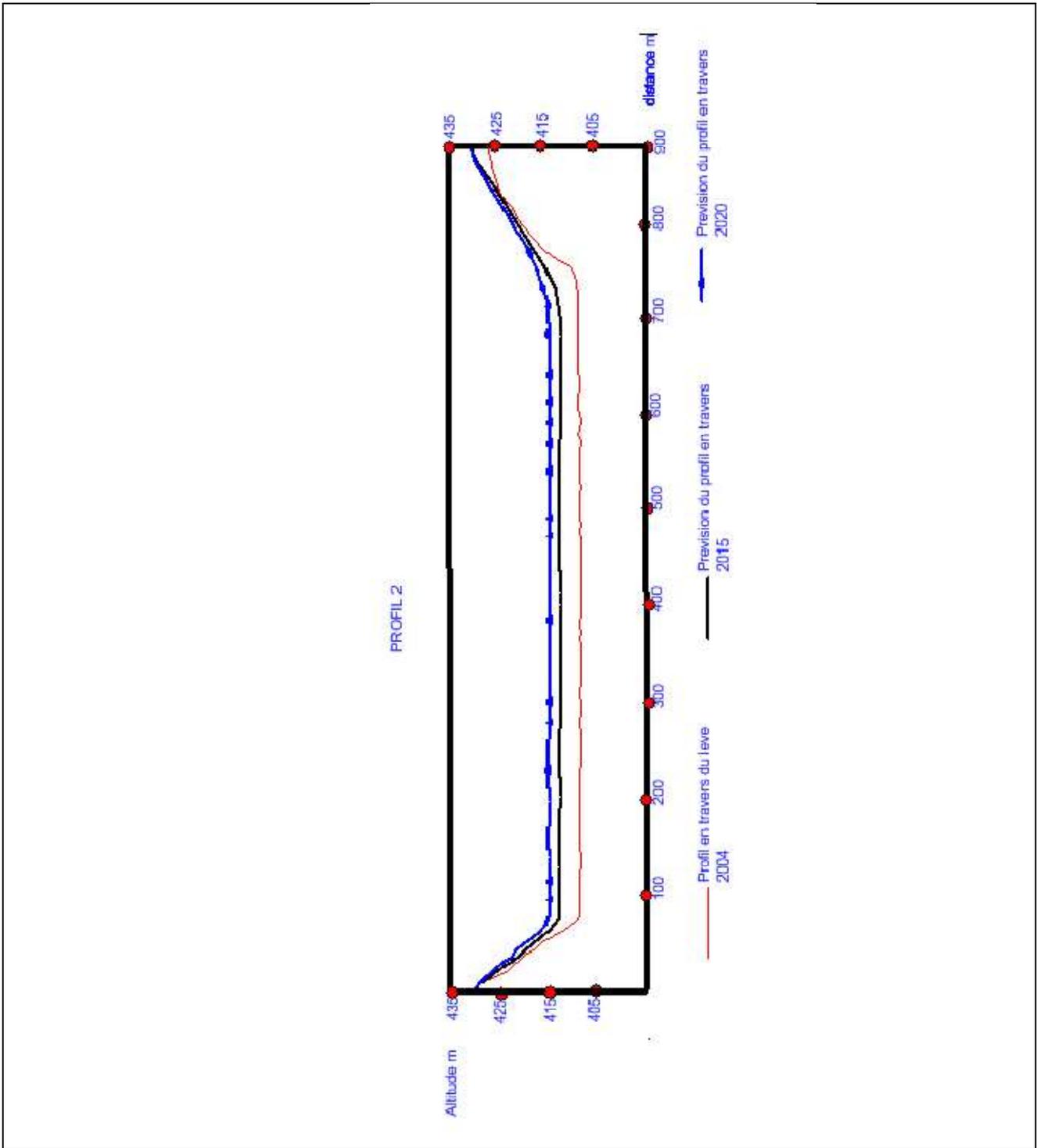
La vase se dépose d'une façon linéaire, son volume augmente d'une façon progressive tout en s'éloignant de la digue, cette évolution est pareille pour la prévision de 2015 et 2020.

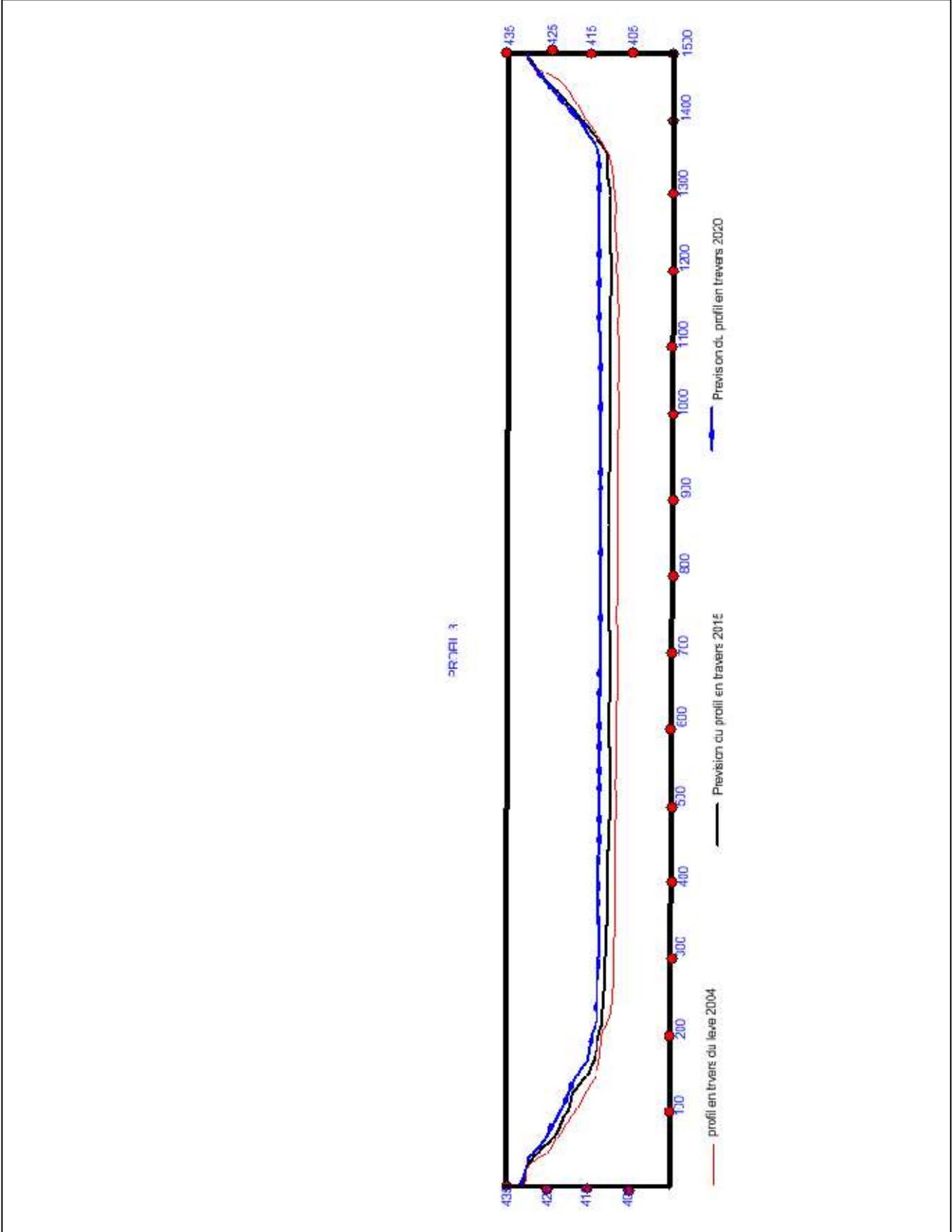
### 3.5 Profil en travers du barrage de Ghrib :

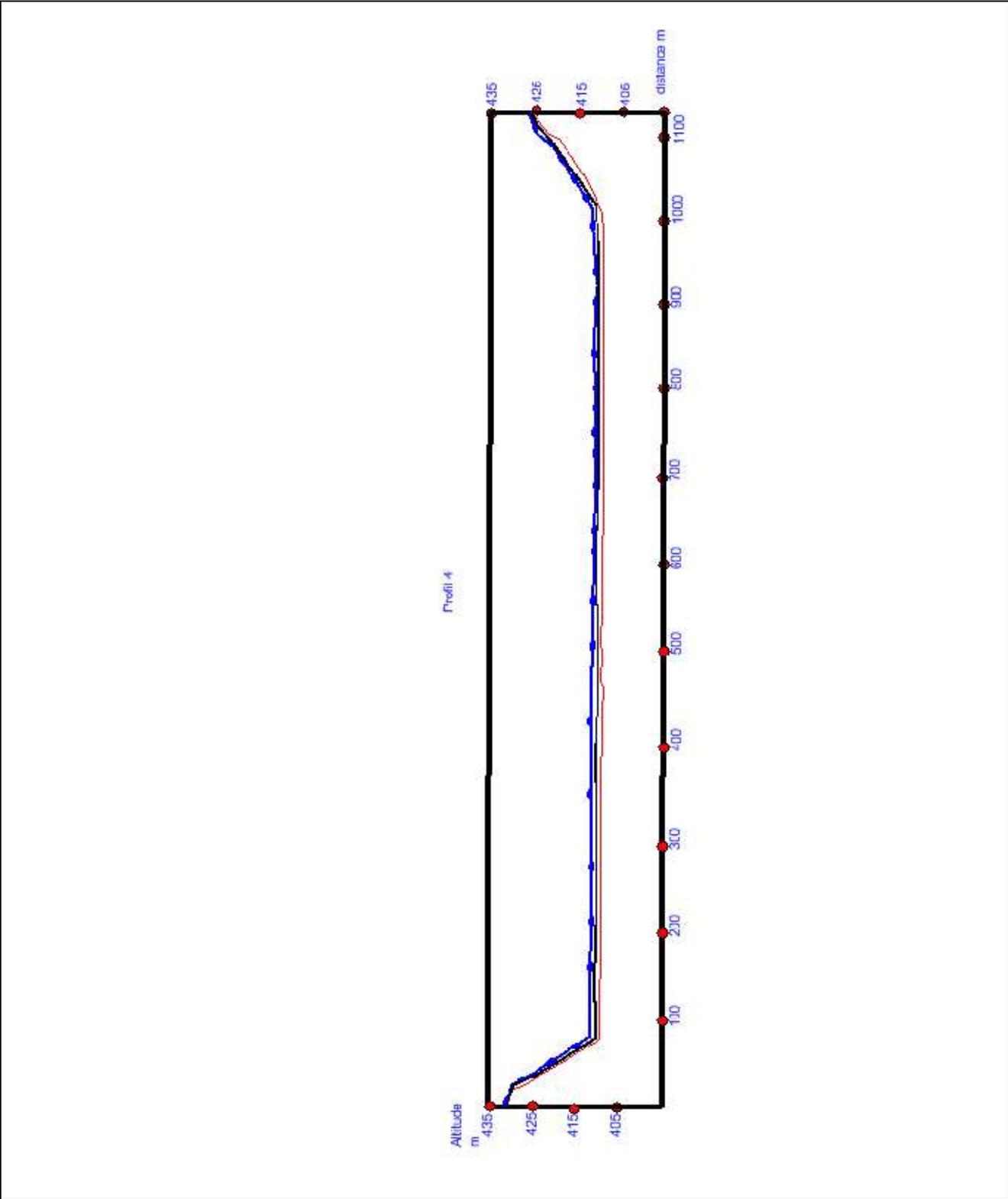
On a tracé les profils en travers du barrage de Ghrib en 2015 et 2020 grâce a une méthode graphique [2] .les profils en travers étant prises à différentes distances de la digue du barrage.

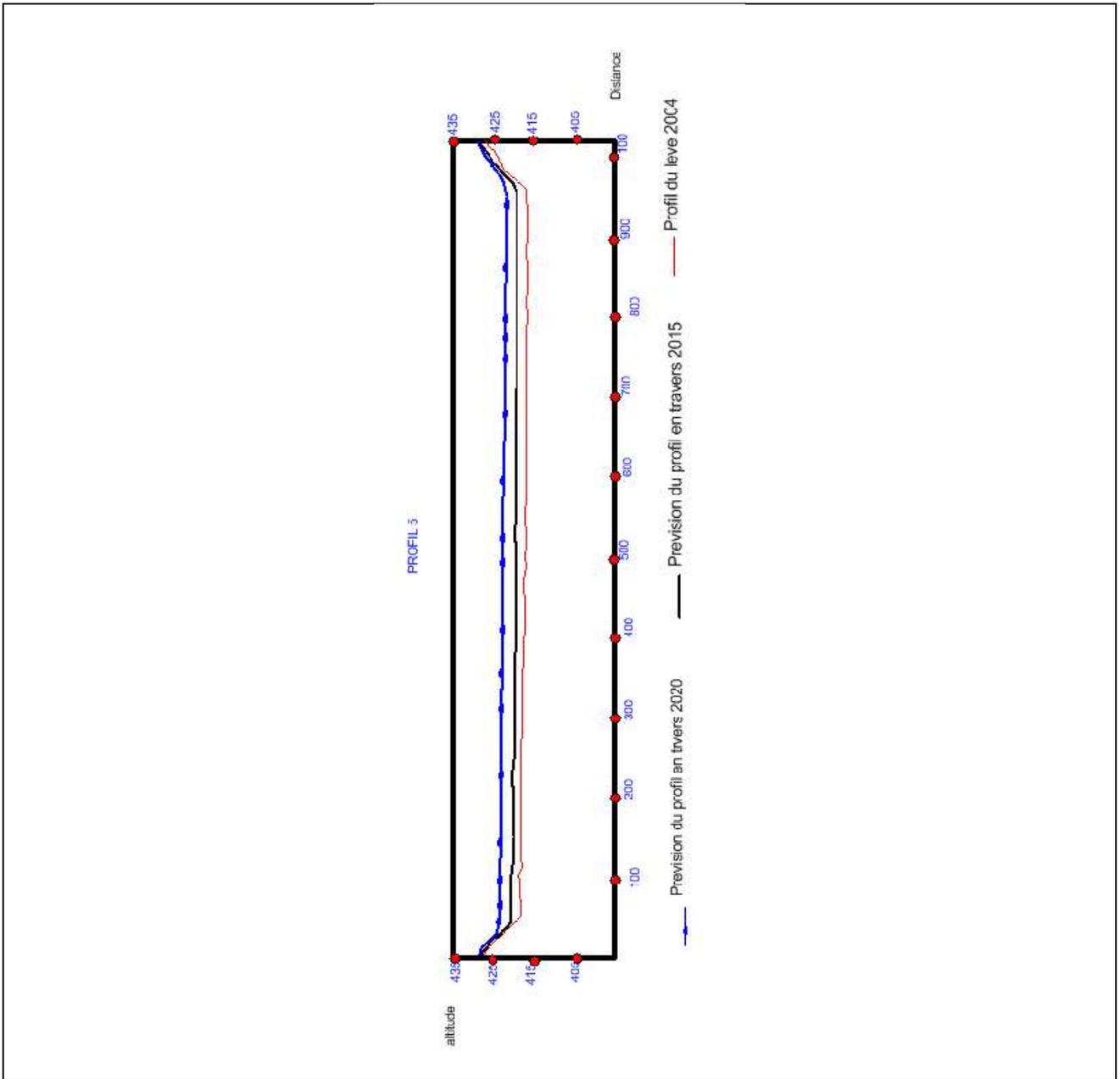
La figure N°31 suivantes représentent sept(07) profils en travers du levé bathymétrique 2004 et les prévisions du profil en travers pour 2015 et 2020 :

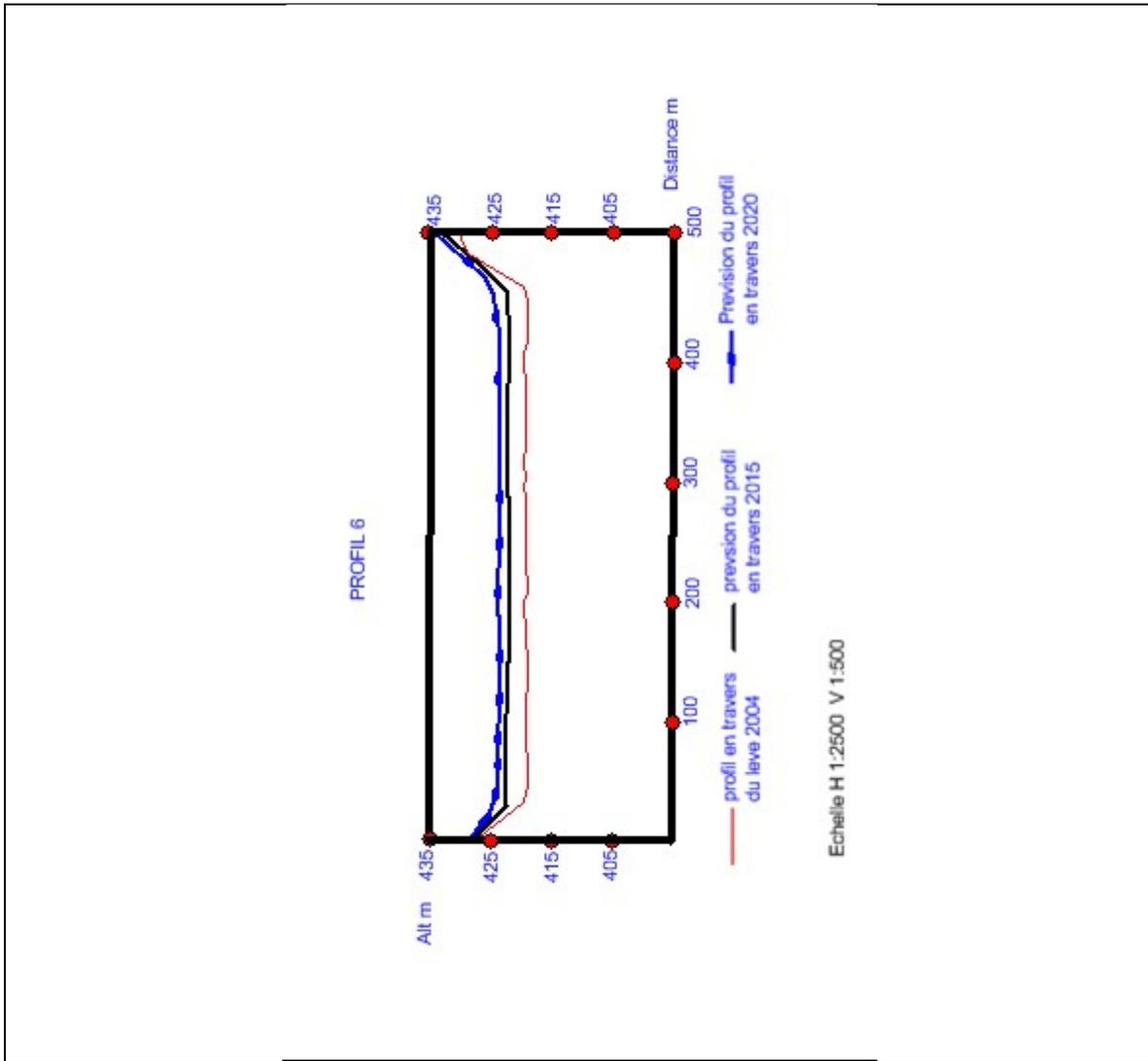












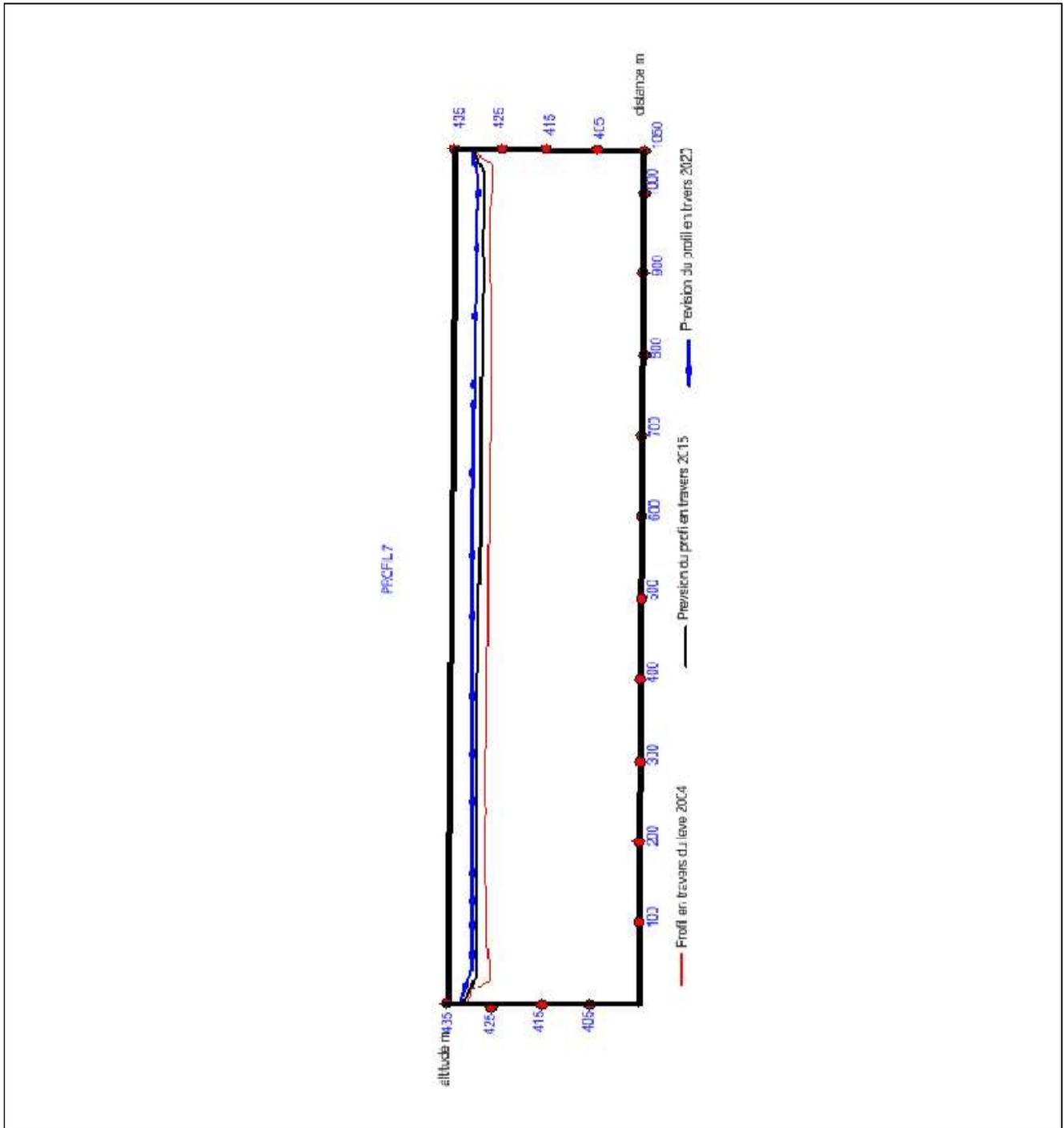


Figure31 : les profils en travers : du levé 2004, de prévision 2015, 2020

On remarque que la vase se dépose au fond du barrage où elle remonte ensuite sur les bords de la retenue.

## CONCLUSION GENERALE

La demande en eau augmente régulièrement à travers le monde. Avec une population mondiale actuelle de 6,8 milliards grandissant en moyenne de 90 millions par an et les attentes légitimes des populations pour un meilleur niveau de vie, la demande mondiale en eau devrait augmenter d'au moins 2 à 3% dans les décennies à venir. Ce qui a obligé les autorités d'adopter une nouvelle politique qui s'est structurée autour du développement des infrastructures hydrauliques comme les barrages. L'Algérie touchée par le stress hydrique a adopté cette politique et plus de 100 barrages ont été construits.

Malheureusement, les barrages sont confrontés à un problème principal qui est le phénomène d'envasement. Il est causé essentiellement par les forts taux d'érosion des bassins versants dont les particules solides sont drainées directement par des cours d'eaux et se déposent au fond de la retenue. Ce phénomène engendre beaucoup de problèmes pour les barrages dont les plus inquiétants : la réduction de la capacité de stockage du barrage, la mise en danger de la sécurité de l'ouvrage, l'obturation des organes de vidange, dommages causés aux turbines des centrales hydroélectriques et dégradation de la qualité de l'eau.

L'Algérie est l'un des pays qui souffrent du problème d'envasement des retenues de leurs barrages. C'est le fait de son climat associé à certains facteurs, notamment : pluie de courte durée mais de forte intensité, absence du couvert végétal, relief assez jeune et accidenté ; favorisent et accentuent le phénomène d'érosion qui est la cause principale de l'envasement des retenues de barrages. Par conséquent, l'Algérie perd annuellement une capacité de stockage estimée à 20 millions de m<sup>3</sup> engendrée par le dépôt des sédiments dans les retenues [26]. Le taux d'envasement de plusieurs barrages, en Algérie, est compris entre 43 et 84%. [24] La majorité de ces barrages ont une durée de vie d'une trentaine d'années.

Le barrage de Ghrib est situé dans le bassin versant du Cheliff. Il est en enrochement et a une capacité initiale de 280hm<sup>3</sup>. Il a été mis en eau en 1939. Il est parmi les barrages d'Algérie touchés par le phénomène d'envasement. Cet envasement est du au: [20]

- Climat méditerranéen caractérisé par des fluctuations thermiques très variées,
- Pluies fines très irrégulières et torrentielles pouvant atteindre une fréquence de 30 mm par 24 heures,
- Reliefs accidentés aux pentes raides,
- Sols qui sont souvent constitués de marnes et grès (facilement érodables.),
- Couvert végétal présent dans les hautes altitudes,
- Régime hydrologique très irrégulier des cours d'eaux où l'on observe des signes de dégradation poussée et généralisée tels que la divagation des oueds, le sapement des berges et l'alluvionnement des lits. L'état d'envasement du barrage de Ghrib est très avancé. Avec un taux d'envasement de 58,8% en 2004,

De même, pour le taux d'envasement moyen annuel qu'on a calculé (obtenu par division du Taux d'Envasement Total sur la Période séparant dans le temps, deux levés bathymétriques), nous constatons qu'après un fort taux (0.98%) sur la période 1939-1976, ce dernier a diminué de moitié (0.43%) sur la décennie 1976-1986, pour finalement s'accroître et atteindre un taux annuel de 0.98% sur la période 1986-2004.

La perte de vitesse simultanée constatée pour la diminution de la capacité du réservoir du barrage de Ghrib ainsi que du taux annuel d'envasement sur la période 1976-1986, est due à une baisse dans les apports pluviométriques sur cette période, comme l'a démontré le graphique de la figure N°19.

En effet, on a remarqué que depuis l'année 1976, la pluviométrie a amorcée un net recul, faisant une différenciation dans les niveaux atteints avant et après cette date. Les faibles précipitations ont fait que la quantité des apports solides transportés vers le Barrage étaient de faible quantité ce qui a engendré une diminution dans le taux d'envasement annuel.

Le barrage de Ghrib se classe parmi les barrages à fort taux d'envasement : d'après les calculs qu'on a fait, le barrage perd 1% de la capacité de sa retenue chaque année ; ce taux met la sécurité du barrage en danger.

Pour préserver le barrage et assurer sa continuité d'alimenter les villes en eau potable, d'une part, et assurer l'irrigation des terres agricoles, d'autre part, les responsables des aménagements hydrauliques ont adopté des méthodes de luttés préventives et curatives pour lutter contre le phénomène d'envasement :

- Méthodes préventives : sous formes de deux programmes de correction torrentielle en 2012 et 2014 et sous forme de barrages de consolidation.
- Méthodes curatives :
  - **L'évacuation des sédiments par l'utilisation de la vanne de fond du barrage, pour diminuer la quantité de vase dans le barrage et protéger les organes de vidange**
  - Réalisation de barrage de décantation .Le barrage de Boughzoul, en amont du barrage de Ghrib, a réduit l'envasement de près de 18 % et apporte ainsi une sécurité totale au barrage de Ghrib.[27]
  - La surélévation du barrage de Ghrib au niveau du seuil du déversoir à 4,5m de hauteur par l'implantation d'un rideau de 20 hausses labyrinthes associées à deux clapets métalliques. Cette association « hausses fusibles et clapets » permet de gérer finement le niveau de la retenue et d'accroître la période de retour du déclenchement de la première hausse. Cette technique a permis au barrage de Ghrib un gain de 70million de m<sup>3</sup>d'eau. [35]

Il y a d'autres méthodes de lutte contre l'envasement des barrages qui peuvent donner des résultats probants, notamment :

- Méthodes préventives : [37]
  - Le reboisement
  - La restauration et mise en défense des sols.
  - La formation des banquettes.
  - La création de petits barrages en gabions dans les petits talwegs.
  - La planification des cultures suivant les courbes de niveau.

- La plantation de végétation à longues tiges dans les oueds comme : les tamaris constituent de véritables pièges à sédiments.

La prévision de l'envasement qu'on a fait pour le barrage de Ghrib et aussi les profils en long et en travers que nous avons tracé grâce à une méthode graphique pour les années 2015 et 2020, a montré que le volume de vase qui va se déposer :

- En 2015 :  $V = 197 \text{Mm}^3$  ( $t = 76$  ans) : cela correspond à un taux d'envasement de 70%
- Et en 2020 :  $V = 208 \text{Mm}^3$  ( $t = 81$  ans) : cela correspond à un taux d'envasement de 74,47%

Ce sont des valeurs très inquiétantes qui risquent de mettre la sécurité du barrage en danger, d'une part, et réduire presque toute sa capacité, d'autre part. Cela nous oblige à employer des méthodes de lutte préventives urgentes comme nous l'avons cité précédemment. Ainsi on peut préserver les barrages et augmenter sa durée de vie.

## Références

---

### **Bibliographie :**

- [5] **Hallouche O.2007 .Prevision du transport solide et sedimentation des barrages .thèse de doctorat.Université de Biskra.104P**
- [12] **Fiche technique du barrage ghrib .source anbt (2015)**
- [14] **Photo prise par l'étudiante zemmour lillia le 05/05/2016, lors de la visite de travail au barrage de ghrib.**
- [15] **Le barrage du ghrib et le perimetre irrigable du haut cheliff , par jean thevenin ,ingénieur d'arrondissement a alger livre .page :57 les ouvrage accessoires**
- [19] **Abdellah medjber. Influence de la variabilite des precipitations sur le taux de sedimentation dans plusieurs barrages algeriensrevue scientifique et technique .ljee n°19. Décembre 2011**
- [20] **Mokhtari , 2009.contribution à l'étude du transport solide en suspension bassin de l'oued cheliff – memoire magister annaba 57p**
  
- [22] **-\_Aboubekr n. & bourahma m.a .Etude et valorisation des sédiments de Dragage du barrage bakhadda.mémoire de magister en génie civil .université aboubakr belkaïd - Tlemcen –**
- [27] **Remini .2003 .envasement des barrage en algerie. Livre .page23**
- [28] **. (Remini et hallouche, 2003). La problématique de l'eau en algérie du nord livre40p**
- [37] **Abdelkader HADIDI2008 Une nouvelle approche de la determination de taux d'envasement des barrages mémoire de magister Université Abou Bakr Belkaid - Magister**

**Web-graphie:**

- [1] Eau-Seine-Normandie ,article  
[http://www.eau-seine-normandie.fr/fileadmin/mediatheque/Enseignant/Outils\\_Pedagogiques/College/Cours1/AES\\_N\\_COL- cours 1.5.pdf](http://www.eau-seine-normandie.fr/fileadmin/mediatheque/Enseignant/Outils_Pedagogiques/College/Cours1/AES_N_COL- cours 1.5.pdf)
- [2] Commission internationale des grands barrages, article rôle des barrages  
[http://www.icoldcigb.org/FR/Barrages/role\\_des\\_barrages.asp](http://www.icoldcigb.org/FR/Barrages/role_des_barrages.asp)
- [3] Article la tribune Karim Benabdelkader La tribune du 25-08-2013 :  
<http://www.djazairess.com/fr/latribune/86908>
- [4] Mahmoud chaal. Samedi 13 juin 2015. 30 barrages en cours de réalisation .l'econews  
[http://www.leconews.com/fr/actualites/nationale/investissement/30-barrages-en-cours-de-realisation-20-01-2014-167251\\_360.php](http://www.leconews.com/fr/actualites/nationale/investissement/30-barrages-en-cours-de-realisation-20-01-2014-167251_360.php)
- [6] Barrage. Wikipedia[http://fr.wikipedia.org/wiki/Barrage#Types\\_de\\_barrages](http://fr.wikipedia.org/wiki/Barrage#Types_de_barrages)
- [7] Hachette .1955. Guide bleu,mis sur site le30-12-2011  
[http://alger-roi.fr/Alger/barrages/pages/9\\_d\\_miliana\\_barrage\\_grhibs.htm](http://alger-roi.fr/Alger/barrages/pages/9_d_miliana_barrage_grhibs.htm)
- [8] Agence nationale des barrages et transferts.ghrib.2014  
[http://www.soudoud-dzair.com/index.php?action=esmap\\_vect&table=chahidgis\\_barrage&id=24](http://www.soudoud-dzair.com/index.php?action=esmap_vect&table=chahidgis_barrage&id=24)
- [9] Georges bouchet. 07-11-2008. Le titteri des français.[http://encyclopedie-afn.org/BARRAGES\\_ALGERIE](http://encyclopedie-afn.org/BARRAGES_ALGERIE)
- [10] Sellam n. & arab a. 2013. Structure et dynamique des rotifères du barrage ghrib (w. Ain defla, algérie)  
[http://alger-roi.fr/Alger//titteri/pages/geographie/5\\_titteri\\_geographie\\_carte\\_barrage\\_lac.htm](http://alger-roi.fr/Alger//titteri/pages/geographie/5_titteri_geographie_carte_barrage_lac.htm)
- [11] Sellam N. & Arab A. Novembre 2013 [http://www.usthb.dz/fbiol/IMG/pdf/paper\\_56.pdf](http://www.usthb.dz/fbiol/IMG/pdf/paper_56.pdf)
- [13] Barrage du ghrib.2013.popodoran

- <http://popodoran.canalblog.com/archives/2013/11/24/28500505.html>
- [16] Barrage ghrib djebdel.le coin mohamed bradai le 19-07-2014  
<http://www.algermiliana.com/blog/le-coin-de-med-bradai/barrage-ghrib-djendel.html>
- [17] Agence nationale des barrages.2009.barrage du ghrib .hydroplus.  
[http://www.hydroplus.com/hydroplus/hydroplus.nsf/web/ref\\_barrage\\_du\\_ghrib.htm&lng=L1](http://www.hydroplus.com/hydroplus/hydroplus.nsf/web/ref_barrage_du_ghrib.htm&lng=L1)
- [18] Agence du bassin hydrographique cheliff zahrez(2010-2011.barrage de ghrib<http://www.abh-cz.com.dz/Eau/barrages/brghrib.htm> :
- [21] Forum djelfa . 20-07-2011,these université barna.  
[http://www.theses.univBatna.dz%2Findex.php%3Foption%3Dcom\\_docman%26task%3Ddoc\\_download%26gid%](http://www.theses.univBatna.dz%2Findex.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%26)
- [23] Dams whit significant siltation problems(posted on august.16.2013 in siltation)  
<http://www.hydrocoop.org/dams-with-significant-siltation-problems/> :
- [24] Nancy-brabois . Etude des propriétés géomécaniques des sédiments d'envasement de la retenue du barrage de génissiat .thèse . Institut national polytechnique de lorraine 37p 100p
- [25] <http://www.planetoscope.com/eau-oceans/1677-nouveaux-barrages-construits-dans-le-monde.html:Article>
- [26] REMINI Boualem L'ENVASEMENT DES BARRAGES: QUELQUES EXEMPLES ALGERIENS .Université de BLIDA Algérie.<http://www.beep.ird.fr/collect/bre/index/assoc/HASH6487.dir/20-165-171.pdf>
- [29] Atelier scientifique(Decembre 2009)Remini Boualem & Bensafia Djillali  
<http://www.beep.ird.fr/collect/bre/index/assoc/HASH6487.dir/20-165-171.pdf>
- [30] Service de l'eau en Algerie.Communication à la consultation.geneve Janvier  
<http://www2.ohchr.org/english/issues/water/Iexpert/docs/StateActors/AlgeriaCOMHCDHGeneva.pdf>
- [31] Direction de la Protection des Forets de la Wilaya de Ain Defla
- [32] [.http://www.uved.fr/fileadmin/user\\_upload/modules\\_introductifs/module3/risques/2.1.1/html/2\\_2-5\\_2.html](http://www.uved.fr/fileadmin/user_upload/modules_introductifs/module3/risques/2.1.1/html/2_2-5_2.html)
- [33] [.http://www.irstea.fr/la-recherche/unites-de-recherche/etgr/adret](http://www.irstea.fr/la-recherche/unites-de-recherche/etgr/adret)
- [34] Photo source d'énergie locale

[.http://www.vitaminech.com/mobile/enceinte-du-barrage-de-boughezoul/15020-86566-Photos-fr-0.html](http://www.vitaminech.com/mobile/enceinte-du-barrage-de-boughezoul/15020-86566-Photos-fr-0.html) :

[35] Système hydroplus: <http://www.vinci-construction->

[36] Article photo optimisation des barrage.Source  
Hydroplus[projets.com/commun/plaquettes.nsf/1F8084154FC78383C125738C003F058D/\\$File/hydroplus\\_fr.pdf](http://projets.com/commun/plaquettes.nsf/1F8084154FC78383C125738C003F058D/$File/hydroplus_fr.pdf) :

**Annexe 1 : Historique du Barrage de Ghrib**

Un bref aperçu du déroulement des travaux du barrage est donné par l'historique ci-après :  
La construction du barrage de Ghrib s'est étalée sur une période 20 ans, de 1927 à 1947.

- 1924 : Avant-projet de barrage,
- 1928 : Commencement des travaux relatifs au barrage, reconnaissance géologique, travaux de dérivation de l'oued,
- Juin 1933 : Glissement de l'ensemble des terrains formant la rive droite du canal de fuite de l'évacuateur de crue, sur une longueur de 100 m environ mettant en mouvement 500 000 m<sup>3</sup> de terrain.
- 1934 : Fin des travaux du barrage de Boughzoul.
- 1935 : Premier essai de mise en eau à la côte 386 m et fin de construction du mur de pied.
- Janvier – Novembre 1937 : essai de mise en eau à la côte 400 m et maintien jusqu'en novembre.
- Avril 1939 – Octobre 1939 : le plan d'eau atteint 427,50 m, déformation de la courbe Creager du déversoir suite au gonflement des marnes.
- 1941 : Achèvement des travaux de construction du barrage de Ghrib.
- 1943 : Noyage des galeries de cimentation rive gauche et rive droite ainsi que des galeries 346 et 366.
- Décembre 1944 : premier déversement au-dessus du déversoir.
- Avril-mai 1946 : second déversement au-dessus du déversoir.
- 31 mai 1947 : réception définitive du marché.
- 1953 : Chute d'une file de dalle due à la corrosion du grillage (avant-masque).
- 1954 : Démolition de l'avant masque. Mise en place d'une peinture réfléchissante Protectrice.
- 1963 : Décollement d'une plaque de 200 m<sup>2</sup>, remplacement partiel par de la toile bituminée.
- 1972/1974 : réparation partielle du masque amont,
- 1991/1993 : réfection du masque amont constitué d'un étanchement bitumeux protégé à l'extérieur par des dalles en béton avec ancrages,
- 1994/1995 : Réparation des vannes de l'évacuateur auxiliaires (Galerie de mi-hauteur).
- 1995 : Réparation d'un joint d'étanchéité de la galerie de contrôle.
- 1998 : Remplacement de la vanne papillon Ø 2600 mm par une vanne Wagon (vanne de réglage).
- 2001 : Construction d'un gué (pont) submersible à l'aval du barrage afin d'éviter l'accès à travers la digue (travaux en cours d'ouverture de route pour relier le gué (dans les deux cotés)
- Février 2004, détection de dégradations du masque d'étanchéité autour de la cote 415 (Décollement de quelques dalles, détérioration de joint d'étanchéité, fuite d'asphalte)
- 2005/2006 : études pour l'installation de rehausse Hydroplus.
- 2005/2006 : étude pour une remise en service de la vidange de mi-hauteur rive droite.
- 2005/2006 : études de confortement du barrage.