

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université SAAD DAHLAB - BLIDA 1
Faculté de Technologie
Département des Sciences de l'Eau et Environnement

MEMOIRE DE MASTER

Filière : **Hydraulique**
Spécialité : **Sciences de l'Eau**

Thème :

L'ENVASEMENT DES BARRAGES DE BENI-HAROUN (Mila) ET DE KOUDIAT ACERDOUNE (Bouira)

Présenté par :
BOUABIBSA Rabah
MOUDJED Kheireddine

Devant le jury composé de :

M. BOUIKNI A.	M.C.A, U. de Blida1	Président
Mme. REMINI W.	M.C.B, U. de Blida1	Examinatrice
M. BESSENASSE M.	Professeur, de Blida1	Examineur
M. REMINI B.	Professeur, de Blida1	Promoteur

Promotion 2016 - 2017

Remerciements

Au terme de la rédaction de ce mémoire,

*Nous ne manquons pas d'adresser nos sincères remerciements à
notre Dieu, qui a éclairé notre itinéraire du savoir.*

*Nous tiens à exprimer nos reconnaissances et nos gratitude à notre
promoteur Mr. Remini.B, pour son orientation, ses conseils
judicieux, ses riches enseignements et sa constante
Disponibilité dans le but que nous réalisons a bien ce travail.*

*Nos remerciements s'adressent également à tous les employés de
l'ANBT, le directeur de barrage Koudiat Acerdoune et le directeur
de barrage Beni Haroun.*

*Et le chef de département de S.E.E Mr.Bensafia .D de tous les
enseignants de Saad Dahleb : Mr.Boudjadja, Mr.Khouli, Mr.Djalfi,
Mr.Massaoud Nacer, Mr.Gandouz, Mr.Taibi, Mr.Bessnasse, Mr.
Oulaarbi, Mm.Anser, Mm. bouzuidja qui a contribué à notre
formation.*

Dédicaces

*Je dédier ce travail de fin d'étude à mes chers parents qui m'ont
beaucoup soutenu tout au de mes études.*

A mes frères

A tous la famille Bouabibsa

A mes collègues

A mes amis : Oukochih. A, Byoud. A, Hamrouch. A, Belkacem. M,

Fara. F, Aachour. A, Sanoun. A, Hadmasaoud. W, Baouta. A,

Harek.H, Saayoud. A, Abd alrazzak. A, Zargan. Y, Mousa.Y,

Khitar. D, Mannadi.C

Maziani. R, Kmiti. A, Haddad. O, Haddado. T

Rabah

Dédicace

Je tien d'abord à dédier ce modeste travail à

Mes très chers parents khedoudja et madjid pour leur sacrifice

Et pour leurs soutiens

Moral et matériels dans ils ont fait preuve pour que je

Réussisse tous le long de ma vie et de mes études

Je le dédier également à

Mes frères yacine et ilyes

Et mes saures hassiba et samira et son mari aissam

*Et souhaila et son mari rachid et ses enfants aniss, rania et salah
eddine*

Et a tous ma grande famille

*Et a tous mes amis, khaled, fateh, said, remzi, dadi, aimad, salim,
mahdi, fares, ammar, khalil, rahim,sami, sedam, tarek, djamel*

Et a tous mes collègues de primer, moyenne, lycée et l'université

Kheireddine

ملخص

هذه الدراسة تتناول ظاهرة انخفاض سعة السدود وذلك في كل من سد بني هارون وكوديت أسردون. وبالإضافة إلى البيانات التي تم جمعها من الوكالة الوطنية للسدود والتحويلات، وبعثتي التحقيق في السدين والمياه وتشير النتائج التي تم الحصول عليها إلى أن السدين يملآن بكثافة التيار بكمية حوالي 3.6 مليون متر مكعب في سد كوديات أسردون و10.3 مليون متر مكعب في سد بني هارون.

ونتيجة ترسب الطمي في الجزء السفلي من السدين بني هارون وكوديت أسردون، وإذا لم يتم اتخاذ الترتيبات العملية لمكافحة الطمي، سيمتلأ السدان بالطمي وذلك في: 2180 بالنسبة لسد كوديت أسردون و 2100 بالنسبة لسد بني هارون.

الكلمات الرئيسية

السد، بني هارون، كوديت أسردون، تيار الكثافة، طمي.

Résumé

La présente étude évoque l'envasement des deux grands barrages algériens Beni Haroun et Koudiet Acerdoune. En plus des données de l'envasement de l'ANBT, deux missions en été effectuées sur les sites des barrages. Des investigations ont été opérées au niveau des barrages, des oueds et des bassins versants. Les résultats obtenus indiquent que les deux barrages s'envasent par courant de densité. Des quantités de vase évalué à 3.6 millions m³/an pour le barrage de Koudiat Acerdune et 10.3 millions m³/an pour le barrage de Beni Haroun. Ces sédiments Ont été drainés par les courants de densité sur le fond des barrages: de Beni Haroun et Koudiat Acerdoune. Si des dispositions pratiques de lutte contre l'envasement ne serrant pas pris à court et à moyen terme, les deux barrages seront envasés d'ici : 2100 pour le barrage de Beni Haroun et 2180 et Koudiat Acerdoune.

Mots clés

Barrage, Beni Haroun, Koudiat Acerdoune, Courant de densité, Evasement.

Abstract

The present study evokes the silting up of the two large Algerian dams Beni Haroun and Koudiat Acerdoune.

In addition of the data silting of the ANBT, two missions done on the sites in investigations which were carried out at dams, canyons and watersheds. And the results obtained indicate that the two dams are silted up by the current density. Quantities of vase valued at 3.6 million m³ / year at Koudiat Acerdune and 10.3 million m³ / year at Beni Haroun.

Were successively dray by this current to the bottom of the dams Beni Haroun and Koudiat Acerdoune. If practical and arrangements are not taken the silt, both dams will be silted from on 2180 of Koudiat Acerdoun and 2100 of Beni Haroun.

Keywords

Dam, Beni Haroun, Koudiet Acerdoune, Density stream, Siltation.

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Résumé

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Abréviations

INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE 1 ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE ET LES TRAVAUX ANTERIEURS SUR L'ENVALEMENT DES BARRAGES	2
1.1. Les travaux antérieurs sur l'envasement	2
Conclusion.....	6
CHAPITRE 2 REGION D'ETUDE ET METHODOLOGIE DE TRAVAIL	7
INTRODUCTION.....	7
2.1. SITUATION ET CARACTERISTIQUES DE LA REGION D'ETUDE	7
2.1.1. Situation géographique et caractéristiques du barrage	7
a) Barrage de koudiat acerdoune	7
b) barrage de Beni Haroun	11
2.2. Données utilisées et investigations.....	15
Conclusion.....	15
CHAPITRE 3 ETUDE DE L'ENVALEMENT DES BARRAGE KOUDIAT ACERDOUNE ET BENI HAROUN.....	16
INTRODUCTION.....	16
3.1. Classement du barrage vis-à-vis de l'envasement.....	16
3.2. Barrage de Koudiet Acerdoune	17
3.2.1. Les courants de densité dans le lac du Koudiet Acerdoune	17
3.2.2. Mécanismes des courantes densités dans le lac du barrage.....	21
3.2.3. Evolution de l'envasement dans le barrage de Kouidat Acerdoune.....	24
a. Evolution de l'envasement en fonction de la hauteur d'eau du barrage réservoir	24
b. Délimitation du lac de barrage de Koudiet Acerdoune	26
c. Evolution de l'envasement dans la partie centrale du barrage	27
d. Evolution de l'envasement dans la partie haute de la retenue.....	27

e. Evolution de l'envasement en fonction du temps.....	28
3.3. Barrage de Beni Haroun.....	29
3.3.1. La présence des courants de densité dans le lac du Beni Haroun	29
3.3.2. Mécanismes des courants de densités dans le lac du barrage	30
3.3.3. Les conséquences de courants de densité : Envasement du barrage de Beni Haroun...	31
3.4. Moyens de lutte contre l'envasement utilisé au niveau des deux barrages	34
CONCLUSION	37
Conclusion générale	38
Référence bibliographique.....	39

Liste des tableaux

Tableau.2. 1. Références des données hydrologiques.....	10
Tableau.2. 2. Références des données hydrologiques de barrage Beni Haroun	13

Liste des figures

Figure 2.1. Localisation des deux barrages Beni Haroun et Koudiat Acerdoune.....	8
Figure 2.2. Les apports annuels de barrage koudiat acerdoune (2008-2016)	8
Figure 2.3. Barrage Koudiat Acerdoune (Bouira).....	9
Figure 2.4. la retenue du barrage de Coudiat Acerdoune	10
Figure 2.5. Barrage Beni Haroun (Mila).....	11
Figure 2.6. Localisation du bassin versant du barrage de Beni Haroun.	11
Figure 2.7. la variation interannuelle des apport 2005-2016	12
Figure 2.8. la digue du barrage de beni haroune.....	13
Figure 2.9. Variations interannuelles des précipitations 2003-2016 station de Beni Haroun (ANBT).....	14
Figure 2.10. L'évaporation ou niveau de barrage Beni Haroun (2003-2016)	14
Figure 3.1. Bassin versant de barrage Koudiat Acerdoune.....	17
Figure 3.2. Propagation des courants de densité dans le lac du barrage De Kouidet Acerdoune	18
Figure 3.3. Schéma synoptique du soutirage du courant de densité Lors de la crue janvier 2016	19
Figure 3.4. Fin d'une opération de vidange du barrage koudiat acerdoune.....	19
Figure 3.5. Evolution des volumes d'eau évacuée par la vanne de fond (Données ANBT) ...	20
Figure 3.6. Schéma des zones de piégeage des sédiments dans la retenue du barrage de Kouidet Acerdoune	21
Figure 3.7. Comportement des courants de densité au niveau des Vannes du barrage de Koudiat Acerdoune	23
Figure 3.8. Barrage de Kouidat Acerdoune- Evolution de l'envasement en fonction de la hauteur d'eau du paln d'eau (Periode : 2008-2014).....	24
Figure 3.9. Graphe de degré d'envasement d'un barrage (Remini, 1997).....	25
Figure 3.10. L'évolution de l'envasement dans le barrage Koudiat Acerdoune	25
Figure 3.11. Délimitation de la retenue d'un barrge en trois parties (Schématisé par Remini, 2017)	26
Figure 3.12. Evolution de l'envasement dans la partie 2 de la retenue Du barrage de Kouidet Acerdoune	27
Figure 3.13. Evolution de l'envasement dans la partie haute du lac.....	28

Figure 3.14. Schéma de dépôt de vase dans la partie haute du lac	28
Figure 3.15. Les courant dans les branches : Oueds Ndja et Rhumel de densité.....	29
Figure 3.16. Comportement des courants de densité au niveau des vannes (barrage de Beni Haroun)	31
Figure 3.17.les deux entre de barrage Beni Haroun.....	32
Figure 3.18. Position de dépôt de la vase ou barrage Beni Haroun	33
Figure 3.19. Soutirage de courant de densité ou barrage Beni Haroun	34
Figure 3.20. vidange de fond de barrage Beni Haroun	35
Figure 3.21. Les lâches de vidange de fond par rapport la cote.....	36
Figure 3.22. Les affluents par rapport la cote	36
Figure 3.23. variation annuelle des vannes de fond de barrage Coudiat Acerdoune.....	37
Figure 3.24. variation annuelle des apports de barrage Coudiat Acerdoune	37

Abréviations

ANBT : Agence Nationale des Barrages et Transfère

BCR : Biton Compacte Rouleau

RN : niveau normal de retenue

PHE : le niveau la plus haute eau

η : le taux de comblement du barrage

W : volume d'eau

Wv : volume de vase

Wo : volume initiale de la retenue

T : durée de vie d'un barrage dans lequel est pratiquée la technique du soutirage (année)

H : hauteur d'eau dans le canal

Ho : hauteur d'eau dans la retenue à la cote normale

No : année de la mise en eau

N : nombre d'année d'exploitation

Ho : hauteur normal de lac

H : hauteur d'eau

INTRODUCTION GENERALE

La réalisation d'un barrage réservoir sur un cours d'eau provoque la rupture d'un écosystème naturel. Cette nouvelle situation va engendrer des problèmes néfastes à l'aval et à l'amont de l'ouvrage. Les sédiments érodés par les ruissellements et drainés par les cours d'eau se trouvent piégés au niveau de la retenue formée par l'ouvrage. Ce phénomène des dépôts vaseux appelé envasement est beaucoup plus spectaculaire dans les régions aride et semi-aride.

Ces quantités des particules proviennent des bassins versants entièrement très dégradés. En plus d'un climat très favorable à l'érosion avec une longue saison sèche et une courte saison humide. Les crues soudaines de courte durée (crues éclair) drainent des apports importants les apports solides très importants environ 180 millions de tonnes des sédiments sont érodés par bassin versant du nord algérien (Demmak, 1982). Une partie de ces matériaux se dépose au fond des barrages, une telle quantité a été évaluée à 45 millions de m³/an (Remini 2016) Selon Remini (2009) une vingtaine de barrage se trouve menacé par l'envasement à titre d'exemple le barrage de Fom al Guerza, Fom al Guiss et Fergoug arrivent à leur fin puisque leur taux de comblement dépasse les 80% de la capacité initiale.

Nouvellement mis en service les barrages de Beni haroun et Koudiat acerdoune d'une capacité totale égale à 1.6 milliard de m³, soit 20% de la capacité de l'ensemble des barrages en exploitation Ces deux ouvrages d'une importance économique nationale doivent être préservés et protégés. C'est l'objet de notre étude qui consiste à examiner l'état de ces deux barrages vis-à-vis de l'envasement. Le mécanisme de l'envasement de ces deux barrages pour évoquer lors de cette étude. Dans la deuxième partie de ce travail, l'évolution de l'envasement dans les 3 parties de la retenue sera traitée. Pour atteindre ces objectifs notre travail est subdivisé en trois parties :

- Recherches bibliographiques sur l'envasement des barrages.
- Région d'étude et méthodologie de travail
- Résultats et discussions

CHAPITRE 1

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE ET LES TRAVAUX ANTERIEURS SUR L'ENVALEMENT DES BARRAGES

Introduction

Dans le présent chapitre nous citons les travaux sur l'envasement effectués par quelques auteurs.

Les travaux antérieurs sur l'envasement

Travaux de Gazzalo et Bassi en 1969

Gazzalo et Bassi estiment le taux de perte en volume des barrages par sédimentation passe dans une fourchette de 3% à 10% en région méditerranéenne .

Travaux de Heusch B et Millies-Lacroix A en1971.

Ils ont établi une méthodologie pour estimer l'écoulement et l'érosion dans un bassin : application au Maghreb Mines et géologie. L'Algérie du nord est une zone montagneuse fragile. Les montagnes s'étendent sur une superficie de 75000 km² dont les deux tiers sont situés à plus de 800 m, et le quart présent des pentes supérieures à 25 %. La lithologie y est souvent constituée de roches tendres (notamment schistes et argiles) sensibles à l'érosion. Le climat très irrégulier alterne années sèches et humides, avec des pluies souvent intenses et dévastatrices. La conjonction de ces différentes caractéristiques induit une érosion forte, difficile à quantifier : le chiffre moyen de 800 t/km² par an proposé pour différents bassins du Maghreb.

Travaux de Valembois J et Migniot C en1975.

Selon Valenbois J et Migniot C le premier barrage construit en Algérie est le barrage de Sig en 1846, Il a été abandonné faute de son envasement rapide. En 1890, il existait en Algérie neuf barrages, d'une capacité de 61 Million de m³ et un volume de Vase de 2,7 Million m³ /an. En 1957, les barrages d'Algérie d'une capacité de 900 Million de m³ avaient accumulé près de 200 Million de m³ de vase.

Travaux de Demmak A en 1982.

Selon Demmak; l'érosion serait 5000 t/km² par an sur le bassin-versant de l'Oued Agrioum Demmak A estimé que le taux d'érosion spécifique atteint les valeurs les plus importantes d'Afrique du Nord, dépassant les 2000 t/km².an et concerne la plupart des bassins versants de l'Atlas tellien (Rhiau, Sly, Fodda, Mazafran, Isser, Soummam,...), il atteint 4000 t/km².an sur la chaîne des côtières Dahra et 5000 t/km².an sur le bassin d'Ighil-Emda.

Travaux de Bourouba.M en 1993, 1994, 1996, 1997,1998

Le travail de Bourouba.M est une étude complémentaire à la série de travaux que nous avons réalisés sur la géodynamique actuelle dans certains bassins-versants de l'Algérie orientale où l'estimation chiffrée des phénomènes érosifs se heurte à beaucoup de difficultés. La relation entre les transports solides spécifiques moyens mensuels et le coefficient mensuel de débit exprimé par le rapport de l'écoulement à la pluviométrie moyenne mensuelle montre l'existence de deux périodes d'érosion complètement différentes.

Travaux de Remini B en 1997.

Selon Remini les fortes crues peuvent transporter des charges de sédiment en suspension on supérieures à 100 gramme/litre.(remini.B,1997)

Et aussi selon remini le moyen des dépôts dans les retenues des barrages est 20 millions de m³/an. (Remini B, 1997).

Travaux de Benblidia en 2001

Selon benblidia

Au Maroc, près de 10% du volume des barrages est comblé par les sédiments. En Tunisie, la proportion est plus forte, soit 25%.

Travaux de Morsli B et Mazour M et Mededjel N et Hamoudi A et Roose E en 2004

Selon Morsli B et Mazour M et Mededjel N et Hamoudi A et Roose E

Les petits barrages et retenues collinaires qui stockent l'eau et les sédiments avant leur arrivée dans les grands barrages sont une option, mais celle-ci n'est souvent qu'un simple déplacement du problème vers l'amont. La véritable solution consiste plutôt à empêcher l'érosion dès l'origine. De ce point de vue, les modes d'utilisation des terres sont très importants.

Travaux de Remini B et Hallouche W en 2007

Les fortes crues peuvent transporter des charges de sédiments en suspension supérieures à 100 gramme/Litre. Cette forte concentration se manifeste surtout pendant vient de rajouter la partie charriée du transport aux chiffres précédents.

L'une des conséquences immédiates de l'érosion est la sédimentation dans les barrages, selon une récente étude basée sur des séries statistiques comportant les données de 57 grands barrages l'Algérie perd par envasement 45 à 50 millions de m³ chaque année, ce qui représente une perte de capacité annuelle égale à 0,65 % de la capacité totale. Le volume de vase estime en 2006 était de 1,1 milliards de m³, soit un taux de comblement de 16 % de la capacité totale de 6,8 milliard de m³.

Selon les auteures, l'évacuation des sédiments par les pertuis de vidange peut prolonger la durée de vie de barrage.

On peut réduire l'envasement par l'évacuation des sédiments par les pertuis de vidange à condition de bien maîtriser les mécanismes de la sédimentation dans les barrages. Il existe trois méthodes

- la vidange annuelle du barrage (chasse espagnole) ;
- l'ouverture périodique des vannes de fond ;
- le soutirage des courants de densité.

La première technique consiste à vider le barrage en début d'automne, laisser les vannes ouvertes et attendre que les premières crues enlèvent les vases non encore consolidées. Cette méthode n'est pas adaptée aux régions semi-arides où l'on souhaite réaliser une gestion interannuelle des ressources en eau.

La deuxième technique est l'ouverture périodique des vannes de fond. Elle est indispensable pour enlever les dépôts vaseux près des pertuis de vidange, mais peu efficace au-delà. Les premières tentatives d'évacuation des sédiments par la vanne de fond ont été effectuées au barrage d'Oued El Fodda en 1937 et en 1939, malheureusement sans grand succès puisqu'en 1948 les vannes de fond étaient complètement obturées. Cette méthode n'est actuellement pratiquée que dans le barrage de Beni Amrane, ses six vannes de fond ont évacué environ 3 Million de m³ de vase entre 1988 et 2000, soit environ 26 % des sédiments entrants. La troisième méthode, probablement la plus efficace, est le soutirage des courants de densité par des vannettes de dévasement. La majorité des retenues en Algérie se prêtent à la mise en œuvre de cette technique. En effet, la forte concentration en sédiments dans les cours d'eau en période de crues et la forme allongée (de type canal) de la plupart des barrages donnent naissance à des courants de densité à l'entrée de la retenue, pouvant se propager jusqu'au pied du barrage.

Travaux de Ghenim A et Seddini A. et Terfous A en 2008.

Ghenime.A et seddini.A et terfous.A estiment que les apports solides annuels du bassin de l'oued Mouileh (2650km²) ont varié de 6 à 1038t/km² par an entre 1978 et 1987 et l'érosion dans le bassin de l'oued mouileh est 165 t/km² par an

Travaux de Remini B et Leduc C et Hallouche W en 2009.

Selon Remini b et Leduc C et Hallouche W huit barrages ont fait l'objet d'un dévasement par dragage durant le dernier demi-siècle. La première drague refouleuse utilisée en Algérie a servi entre 1958 et 1969 dans les barrages de Cheurfas (10 Million de m³ de vase), Sig (2 Million de m³), Fergoug II (3,1 Million de m³) et Hamiz (8Million de m³). La deuxième drague a été utilisée entre 1989 et 1992 dans le barrage de Fergoug III (7 Million de m³ de vase) puis entre 1993 et 2002 dans le barrage des Zardezas(10 Million de m³). Actuellement, deux autres dragues participent au dévasement des barrages de Foug El Gherza (4 Million de m³ pour la première tranche), MerdjaSidiAbed (5 Million de m³), Ksob (4 Million de m³) et Fergoug III (7 Million de m³). Le volume dévasé cumulé des huit barrages avoisine 60 Million de m³.

Travaux de Serbah B en 2011

Selon Serbah il convient d'éviter notamment le surpâturage, le défrichement excessif et autres méthodes de culture inappropriées qui mettent le sol à nu. Si le bassin versant en question n'est pas très grand, les effets de la conservation des sols se feront sentir très rapidement, d'après certaines expériences réalisées aux Etats-Unis, on peut réduire l'érosion des sols de jusqu'à 95 % en employant, exclusivement les méthodes traditionnelles de culture. Dans le cadre de la protection des bassins, un programme spécial a été lancé par les services des forêts. Il s'agirait de traiter une superficie de 1,5 millions d'hectares jusqu'au 2010 dans le territoire national.

Conclusion

Tous les travaux antérieurs menés par les chercheurs sur le phénomène d'envasement des barrages surtout les études réalisées au niveau des bassins versants aideront à trouver des solutions pour réduire ce problème par : l'estimation de taux d'envasement, quantification de la vase, l'érosion et mécanisme d'envasement des barrages. Sur la base d'une consultation dizaine d'articles traitant le sujet de l'envasement, l'ensemble des travaux sont axés sur la qualification de l'érosion et étude du mécanisme de l'envasement des barrages. Ce chapitre nous a permis d'éclaircir la méthodologie de notre étude.

CHAPITRE 2

REGION D'ETUDE ET METHODOLOGIE DE TRAVAIL

INTRODUCTION

Dans ce chapitre, notre étude nous a montré la situation géographique et toutes les caractéristiques de site des barrages de Koudiat Acerdoun et Beni Haroun, la géologie (la structure du sol), l'hydrologie et le climat. Ces caractéristiques affectent sur le taux d'envasement et taux d'érosion.

2.1. SITUATION ET CARACTERISTIQUES DE LA REGION D'ETUDE

2.1.1. Situation géographique et caractéristiques des barrages

a) Barrage de koudiat Acerdoune

Réalisé sur l'oued Isser, le barrage de **Koudiat Acerdoune**, d'une capacité de 640 millions de m³, est situé à 60 km à l'Est d'Alger à vol d'oiseau (fig.2.1). Le barrage est localisé à l'exutoire d'un bassin versant d'une superficie de 2790 km².

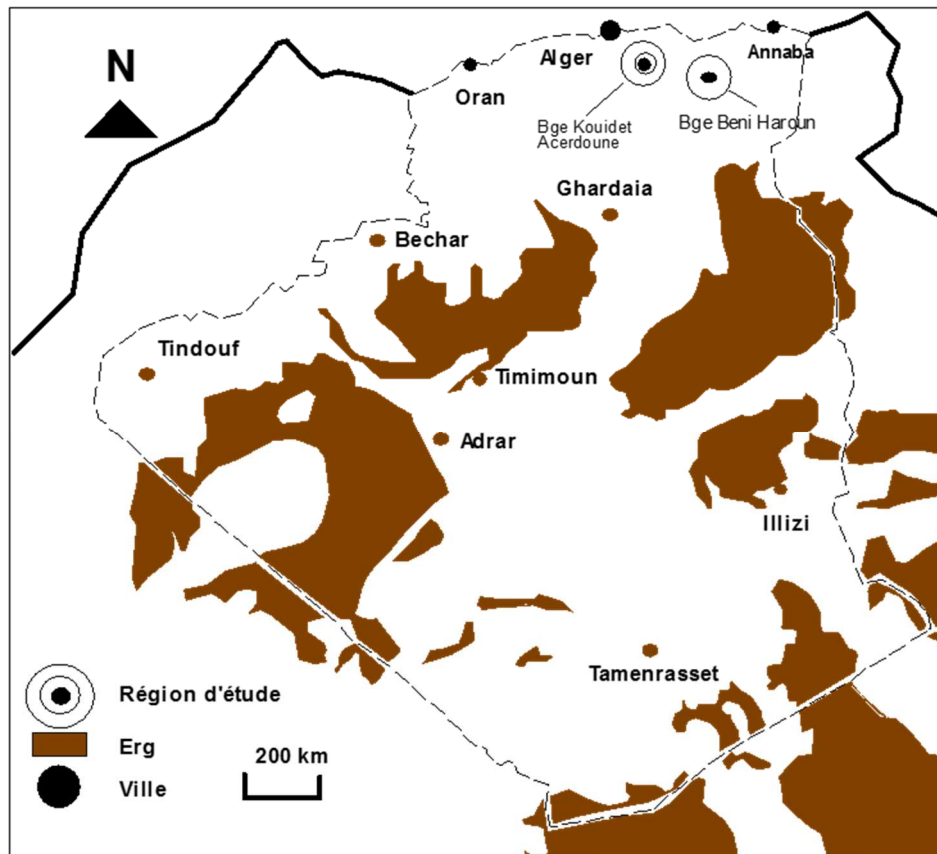


Figure.2.1. Localisation des deux barrages Beni Haroun et Koudiat Acerdoune

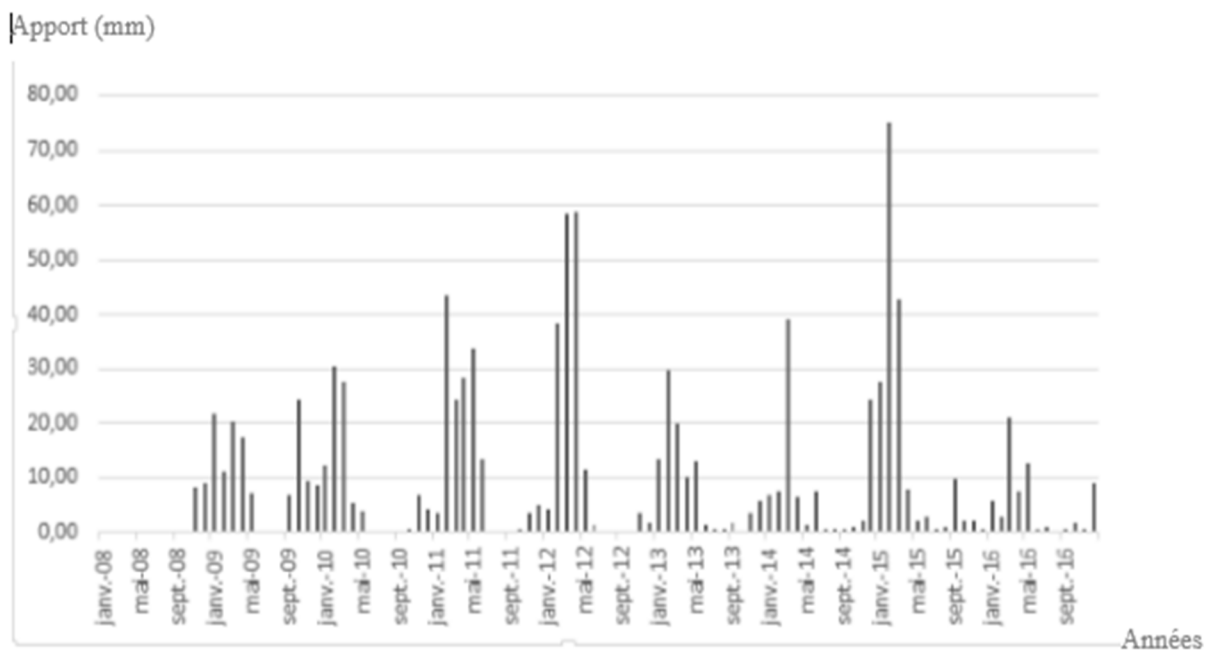


Figure.2.2. Les apports annuels de barrage Koudiat Acerdoune (2008-2016)(donnée ANBT).

Le barrage de Koudiat Acerdoune est alimenté par les crues de l'oued Isser d'une pente moyenne égale à 1.13%, Avec un apport moyen annuel de 220 hm³/an (fig.2.2) et 4.2 hm³/an de l'apport solide annuel, des lâchers périodiques sont effectués par les manœuvres des

pertuis de vidange pour alimenter le barrage de Beni Amrane qui se trouve à 100 km à l'aval de Koudiat Acerdoune. A partir de la retenue de Beni Amrane, des quantités d'eau sont transférées vers le réservoir de Keddara une telle quantité d'eau est destinée à l'irrigation de la plaine de la Mitidja, des périmètres agricoles du bas Isser, et pour approvisionner en eau potable les populations de l'Algérois.



Figure.2.3. Barrage Koudiat Acerdoune (Bouira)

Le barrage de Koudiat Acerdoune de type béton poids compacté rouleau (BCR). Il possède une hauteur maximale de 121 m, d'une longueur de 425 m et une largeur de 8 m à la base de la crête avec une cote de la crête de 321 m. Et aussi des évacuateurs de surface de type à seuil libre sont intégrés dans le corps de l'ouvrage, dans la partie centrale de la vallée, avec une longueur totale de 142.20 m et un débit maximum de 7000 m³/s pour PHE 314.64 m.

L'ouvrage est équipé d'une vidange de demi-fond intégrée dans le corps du barrage en rive gauche. Elle est calée à la côte 140 m avec une capacité totale de 470 m³/s (fig2.3).

La retenue à un niveau normal (RN) de 311 m et un niveau la plus haute eau (PHE) de 319.60 m la surface actuelle du barrage à la cote de la retenue normale est de 1754 hectare et un volume de 618.54 million m³ et pour niveau le plus hautes eaux (PHE) la surface est de 2074 hectare et le volume est de 783.91 million m³ (fig2.4).



Figure.2.4.la retenue du barrage de koudiat Acerdoune (donnée ANBT).

La pluviométrie moyenne annuelle sur la retenue est de 565 mm/an et en contrepartie l'évaporation brute de bassin versant estimé à environ de 1260 mm/an. Les principales caractéristiques hydrologiques sont résumées dans le tableau 2.1.

Tableau.2. 1. Références des données hydrologiques sue le site (donnée ANBT).

Surface du bassin versant	2790 km ²
Longueur de l'oued Amont	122km
Pente moyenne amont	1,13%
Précipitation moyenne annuelles	565 mm/an
Module annuel	6,5 m ³ /s
Distribution apports	2,5 mois >module -9,5 mois <module
Température moyenne annuelles	16°C
Evaporation annuelle	1260 mm/an
Apport moyen interannuel	220hm ³ /an
Apport solide annuel	4,2hm ³ /an (1500 t/km ² /an)
Surface de la retenue	18km ²
Capacité total de la retenue (RN)	640hm ³
Capacité utile	520hm ³
Volume régularisé garanti	178hm ³ /an
Volume d'écêtement	280hm ³
Crue du projet (non laminée)	8600m ³ /s
Crue du projet (laminée)	7000m ³ /s
Volume de crue du projet	640 hm ³
Crue du chantier	1940m ³ /s
Volume de la tranche morte	120hm ³ (après 30ans)

b) barrage de Beni Haroun

Le barrage de Beni Haroun est d'un volume initial de 960 million de m³, ce barrage localise en wilaya de Mila à 350 km à l'est d'Alger (fig.2.1). Ce barrage est situé à l'exutoire d'un bassin versant de 6595 km² de superficie (fig.2.6), l'oued principal possède une longueur de 190 km, alimente la retenue par l'apport moyen annuel de 435 millions m³ et 6 millions m³/an de l'apport solide annuel (fig.2.7).



Figure.2.5. Barrage Beni Haroun (Mila) (donnée ANBT).



Figure.2.6. Localisation du bassin versant du barrage de Beni Haroun.

Le barrage de Beni Haroun de type barrage poids on biton compacté rouleau (BCR) se réalise sur une fondation rocheuse calcaire. Il possède une hauteur maximale de 107 m, une longueur et largeur de la crête de 710 et 8 m respectivement avec une cote de la crête de 216 m (fig2.8). Et aussi possède des évacuateurs de surface de type à seuil libre est intégré dans le corps de l'ouvrage, dans la partie centrale de la vallée ; avec une longueur totale de 122,40m et un débit maximum de 16000 m³/s (fig.2.5). L'ouvrage est équipé de deux vidanges de demi-fond intégrées dans le corps du barrage en rive droite. Elles sont calées à la côte 140 m dont la capacité totale est de 700 m³/s (soit 350 m³/s pour chaque pertuis). La retenue à un niveau normal (RN) de 200 m et un niveau la plus haute eau (PHE) de 214.80 m. La superficie de la retenue dans la cote de 200 m est de 3768 hectare et un volume de 960 million m³. Les principales caractéristiques hydrologiques sont résumées dans le tableau2.2.

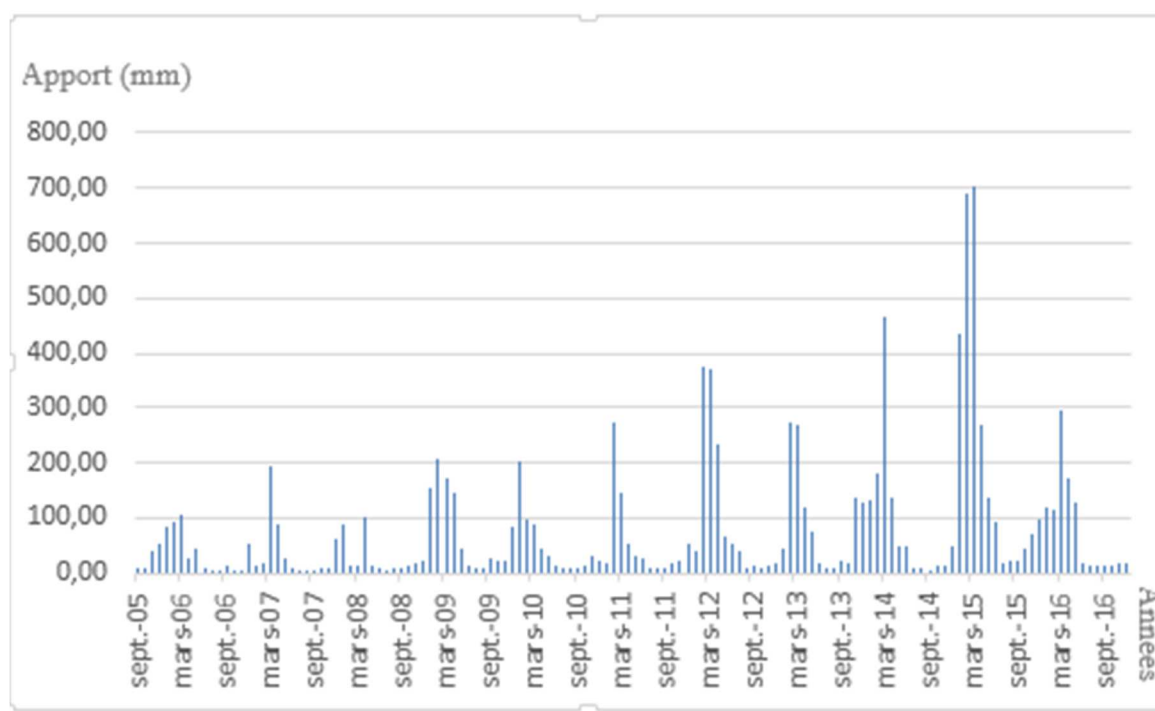


Figure.2.7.la variation interannuelle des apports 2005-2016 (donnée ANBT).



Figure.2.8.la digue du barrage de Beni Haroun (donnée ANBT).

Tableau.2. 2. Références des données hydrologiques de barrage Beni Haroun (donnée ANBT).

Surface du bassin versant	6595km ²
Longueur de l'oued Amont	190km
Précipitation moyenne annuelles sur la retenue	744 mm/an
Débit maximale de l'évacuateur en crête	13 230 m ³ /s pour PHE à 214.74
Débit maximal dès les deux vannes	700 m ³ /s sous RN > 200
Température moyenne annuelles	05°C en janvier à 25 en août
Evaporation annuelle	1094 mm/an
Apport moyen interannuel	435hm ³ /an
Apport solide annuel	6 million m ³ /an
Surface de la retenue dans la cote 172 m	1392km ²
Capacité total de la retenue (RN)	960hm ³
Capacité utile	735.5hm ³
Niveau de plus haut eau(PHE)	214.80 million m ³ /an
- Côte de la crête	216.30 m
Crue du projet	Q=16.640m ³ /s V=1.930
Crue du projet (laminée)	7000m ³ /s
Volume total	997.9 million m ³
Crue des travaux T=50 an	Q = 5.100 m ³ /s
Volume de la tranche morte	263.5million m ³

Les températures moyennes varient d'environ 5°C en Janvier à environ 25°C en Août. La saison pluvieuse s'étend généralement du mois de Décembre au mois de Mai. La pluviométrie moyenne annuelle sur la retenue est 744 mm (fig.2.10) et en contrepartie l'évaporation brute estimée à environ de 1094 mm (fig.2.9).

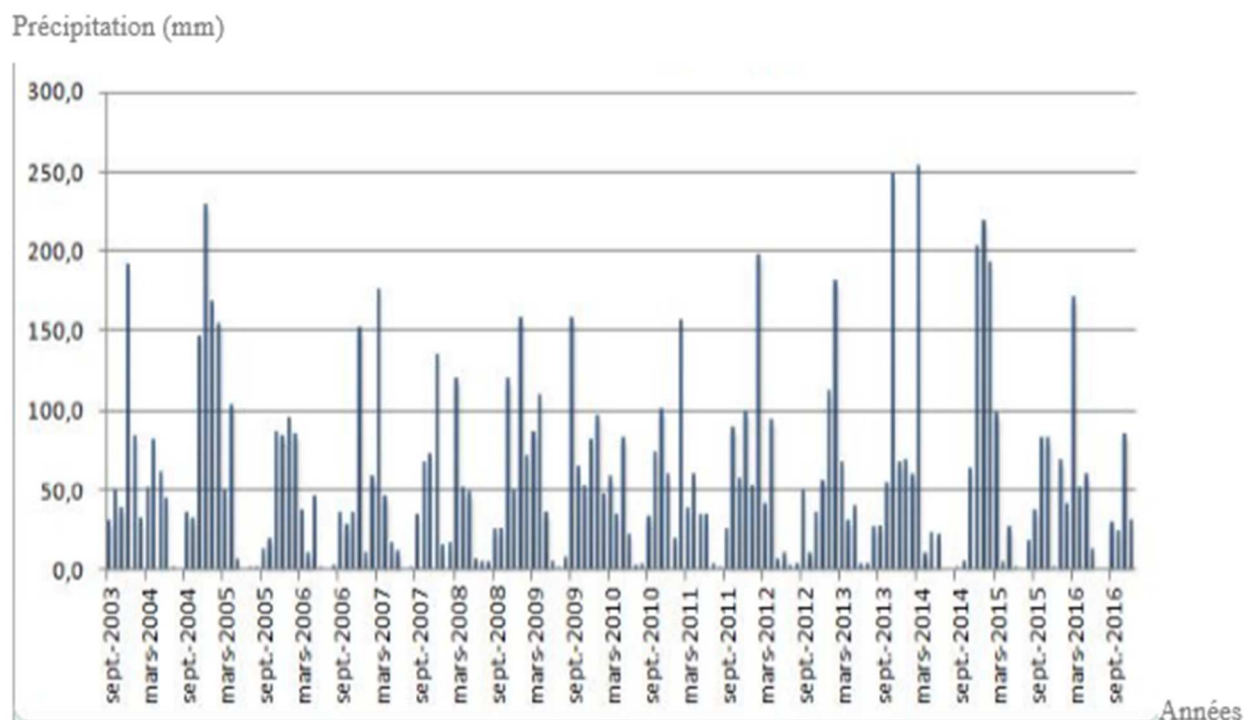


Figure.2.9. Variations interannuelles des précipitations 2003-2016 station de Beni Haroun (donnée ANBT).

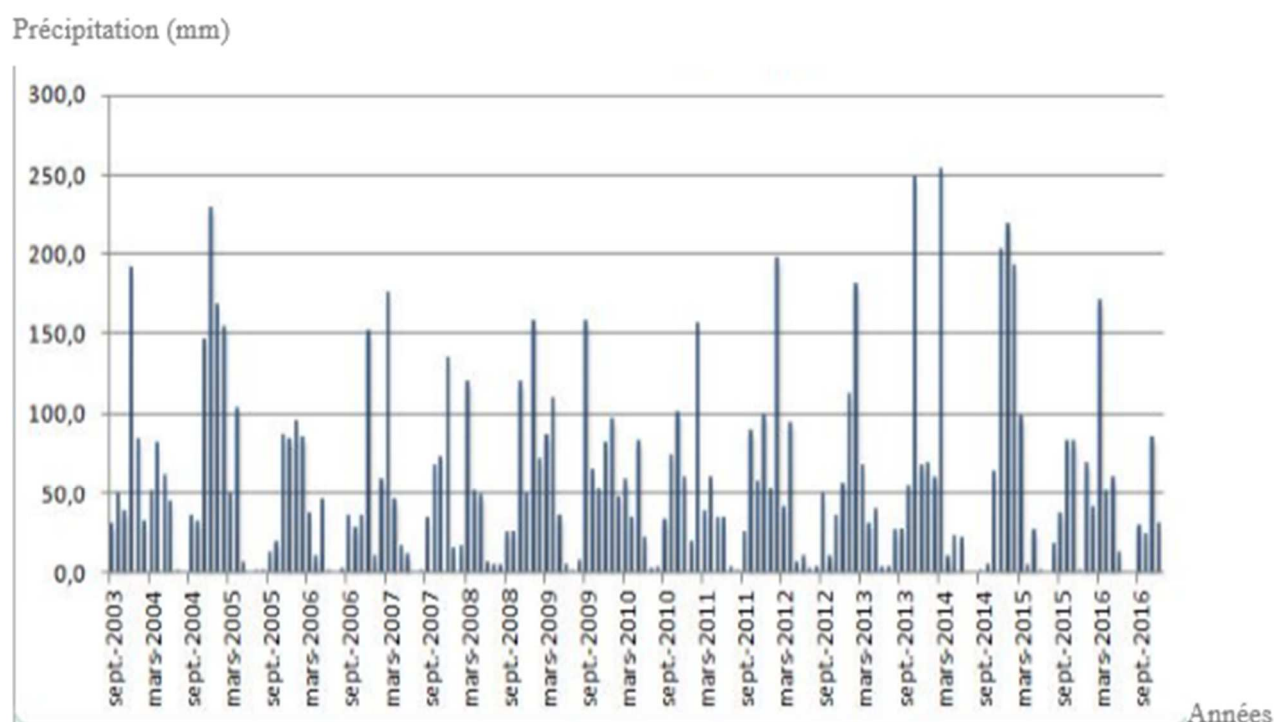


Figure.2.10. L'évaporation ou niveau de barrage Beni Haroun (2003-2016) (donnée ANBT).

Le barrage est fondé sur une barre calcaire éocène d'orientation globale Est-Ouest, reposant sur des marnes noires paléocènes à l'aval et surmontée par des marnes éocènes à l'amont. En rive gauche, cette barre s'incurve vers le Nord et remonte parallèlement au versant.

Cette barre calcaire subit une torsion d'Est en Ouest. Elle présente en rive droite un pendage sud (amont) de 32° à 40°, se redresse progressivement pour atteindre 70 à 75° au centre de la vallée puis s'inverse en rive gauche.

La limite calcaire/marne passe sous le barrage à plus de 160 m de profondeur. En rive droite, cette limite présente un pendage amont de 40 à 50°. En passant de la rive droite à la rive gauche, elle se redresse pour présenter un pendage de 70 à 80° amonts au niveau de l'oued et un pendage de 85 à 80° dans le haut de l'appui gauche. La barre calcaire est parcourue par de nombreuses diaclases et fractures. L'espacement moyen des fractures varie de 0.1 à 1 m.

Le site se situe dans les limites d'un massif intensément fracturé du jurassique se développant dans toute l'emprise du barrage. Le système de fissures dans ces grès a conditionné l'importance de l'écran d'étanchéité. Les marnes du miocène reposent en discordance sur les dépôts jurassiques et les couvrent d'un tapis de près de 60 m dans le versant droit et la partie supérieure du versant gauche. Elles sont argileuses, compactes, de couleur grise à verdâtre.

2.2. Données utilisées et investigations

Pour étudier l'envasement du barrage, nous avons utilisé les données des apports solides ainsi que les lâchers du barrage. En plus, l'agence Nationale des Barrages et Transferts ont mis à notre disposition des documents et des fiches techniques du barrage.

Deux missions sur les sites des barrages, l'une durant le mois de d'avril 2017(Beni Haroun) et la deuxième durant le mois de Mai 2017 (barrage Koudiat Acerdoune). Des investigations ont effectuées au niveau des barrages, sur les bassins versant et le long d'oued Isser et ouad Rhumel et Ouad el Ndja.

Conclusion

Les deux barrages de Beni Haroun et Koudiat Acerdoune ont des caractéristiques défierent soit au niveau de bassin versant ou au niveau de retenue, le degré du risque de l'envasement qui menacée les deux barrages varie selon la nature de chaque région.

CHAPITRE 3

ETUDE DE L'ENVASEMENT DES BARRAGE KOUDIAT ACERDOUNE ET BENI HAROUN

INTRODUCTION

Nous évoquons dans le chapitre 3, le classement des barrages de Beni Haroun et Koudiat Acerdoune vis-à-vis de l'envasement. Dans la deuxième partie nous traitons le mécanisme et le comportement des courants de densité dans les lacs des deux barrages. L'évolution de l'envasement dans les deux barrages fera l'objet de cette étude. Enfin, pour permettre aux services d'hydraulique de mieux gérer l'envasement, la durée de vie des deux barrages sera déterminée.

3.1. Classement du barrage vis-à-vis de l'envasement

En se basant sur le critère de classement des barrages vis-à-vis de l'envasement établis par Remini (1997), nous pouvons avoir une idée sur le degré de l'envasement du barrage de Kouidiat Acerdoune. A cet effet, nous utilisons la vitesse de comblement : $\Omega = (W_v/W_o)/T$ (%/an). Le taux de comblement du barrage est évalué à $\Omega=0.85\%/an$; une valeur comprise entre la fourchette : 0.5 et 1. Donc le barrage Kouidiat Acerdoune est moyennement menacé par l'envasement. Par contre le barrage de Beni Haroun est fortement menacé par l'envasement puisque son taux de comblement annuel (1.3 %/an) est supérieur 1%/an (Remini et Toumi, 2017). Cependant, le taux de comblement du barrage de Kouidiat Acerdoune égal à 3.5% de la capacité total est inférieur à 10%. Donc après 6 années d'exploitation le barrage reste faiblement envasé. En ce qui concerne le barrage de Beni Haoun est classé comme moyennement envasé durant 10 ans de service, puisque sa vitesse de comblement $\Omega= 13\%$ est comprise entre 10% et 20%.

3.2. Barrage de Koudiat Acerdoune

3.2.1. Les courants de densité dans le lac du Koudiat Acerdoune

Le bassin versant d'oued Isser est très connu par ces quantités de terres arrachées aux versants. Il est classé parmi les plus vulnérables à l'érosion. Son taux d'abrasion a été évalué à $1500\text{t}/\text{km}^2/\text{an}$, ce qui produit un apport solide de plus de 4.2 millions de m^3/an . D'ailleurs, certaines valeurs de concentrations mesurées par l'agence nationale des ressources hydriques ont donné des valeurs dépassant les $100\text{g}/\text{l}$ (fig.3.1).



a) Vue de cuvette



b) Vue de bassin versant

Figure.3.1. Bassin versant de barrage Koudiat Acerdoune

Les courants de densité se manifestent en période de crues. Parcourir une distance de 16 km une valeur très élevée. Mais avec la forme « canal » du lac et la présence des concentrations élevées en particules fines lors des crues, le courant peut atteindre les pertuis de vidange. Il est intéressant de préciser que la section du lac varie entre 500 m et 1200 m. Cette configuration géométrique favorise mieux la propagation de courant densité. Uniquement les fortes crues chargée en particules fines peuvent amorcer des courants de densité de fort facteur de pression qui propager les courants de turbidité jusqu'à 16 km de parcours (figure.3.2).

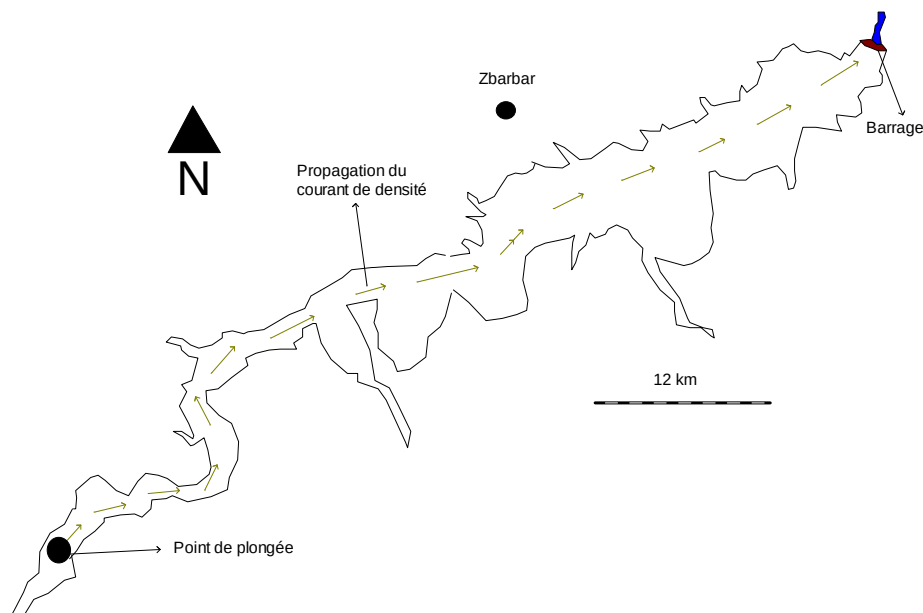


Figure.3.2. Propagation des courants de densité dans le lac du barrage De Kouidet Acerdoune

Durant la période d'exploitation du barrage (2008-2017), uniquement deux événements ont marqué l'arrivée des courants de densité au niveau des pertuis de vidange. Durant la crue de 28 janvier 2016, les manœuvres de la vanne de fond ont permis d'évacuer pendant 48h sans arrêt, une suspension noirâtre (fig.3.3). Ceci confirme bien qu'il s'agit d'un soutirage des courants de densité. La crue du 26 Avril 2017 a permis d'évacuer une eau noirâtre chargée en particules fines pendant 24 h sans interruption qui marque bien la présence des courant de densité. Cependant, lors des opérations de vidanges opérées à partir de l'an 2011, l'eau évacuée présente de très faibles concentrations, l'eau est plutôt claire (fig.3.4), (fig3.5).

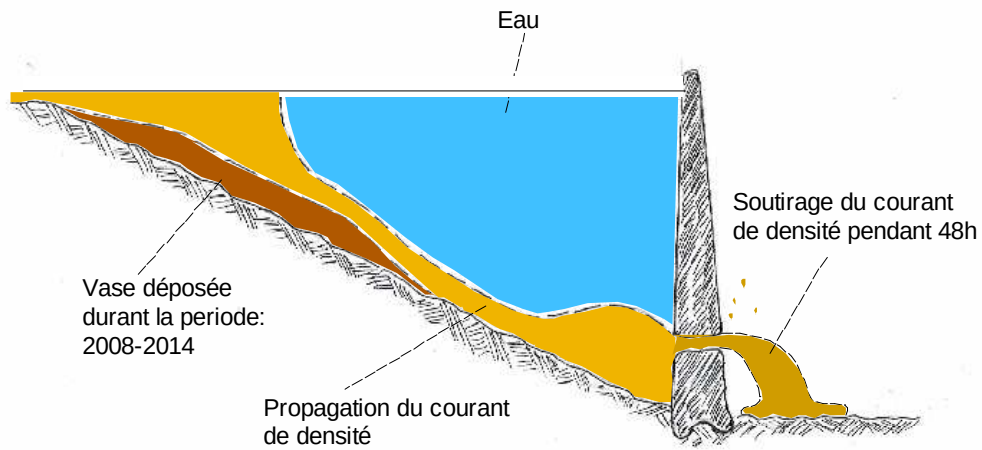


Figure.3.3. Schéma synoptique du soutirage du courant de densité Lors de la crue 28 janvier 2016



a) Vue de face



b) Vue d'en haut

Figure.3.4. Fin d'une opération de vidange du barrage Koudiat Acerdoune

Cette situation peut s'expliquer par l'évanouissement et la dilution des courants de densité bien avant d'atteindre les pertuis de vidange. En plus les manœuvres de vannes opérés périodiquement ont permis des d'évacuer la vase près des organes de vidange drainée par les quelques courants de densité qui ont atteint ce stade. Il est à rappeler que le but du barrage de Koudiat Acerdoune est de remplir le barrage de Beni Amrane par des crues artificielles provoquées par la vidange du barrage. Il est à rappeler que les services d'hydraulique ont procédé à l'évacuation des eaux du barrage de Koudiat Acerdoune durant la période : 2008-2016, un volume total égal à 90 millions de m³. Une telle capacité à permet de remplir le barrage de Keddara par l'intermédiaire du barrage de Beni Amrane (fig.3.5).

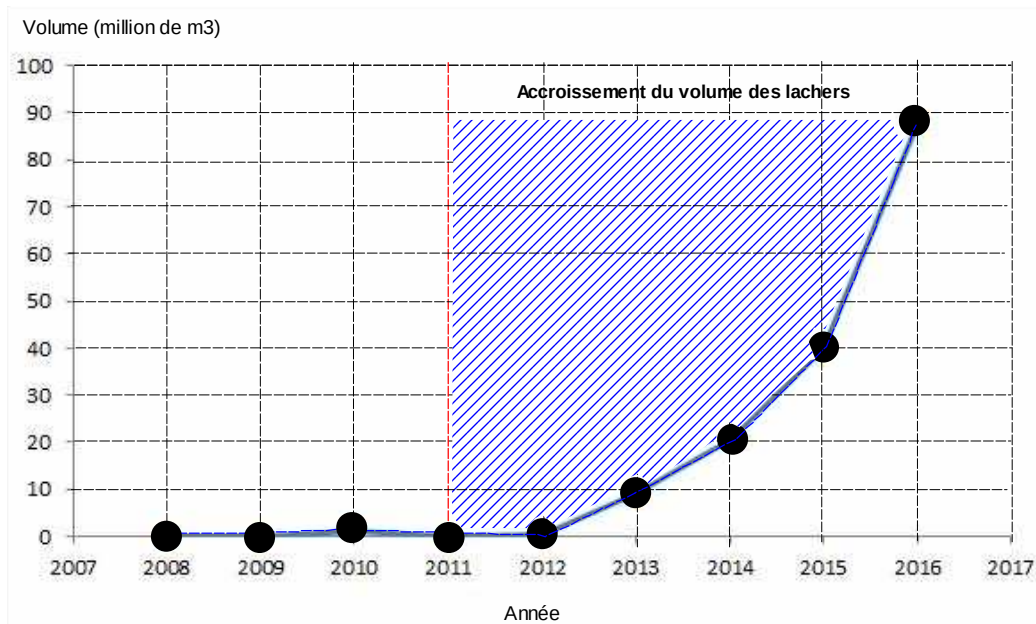


Figure.3.5. Evolution des volumes d'eau évacuée par la vanne de fond (Données ANBT)

Ces ouvertures répétitives créent des érosions dans les zones situées près des pertuis. L'originalité de cet ouvrage réside dans le dépôt de vase dans les parties hautes du lac. La forme géométrique de la cuvette qui présente trois zones élargies favorisant ainsi le piégeage des particules fines (fig3.6.).

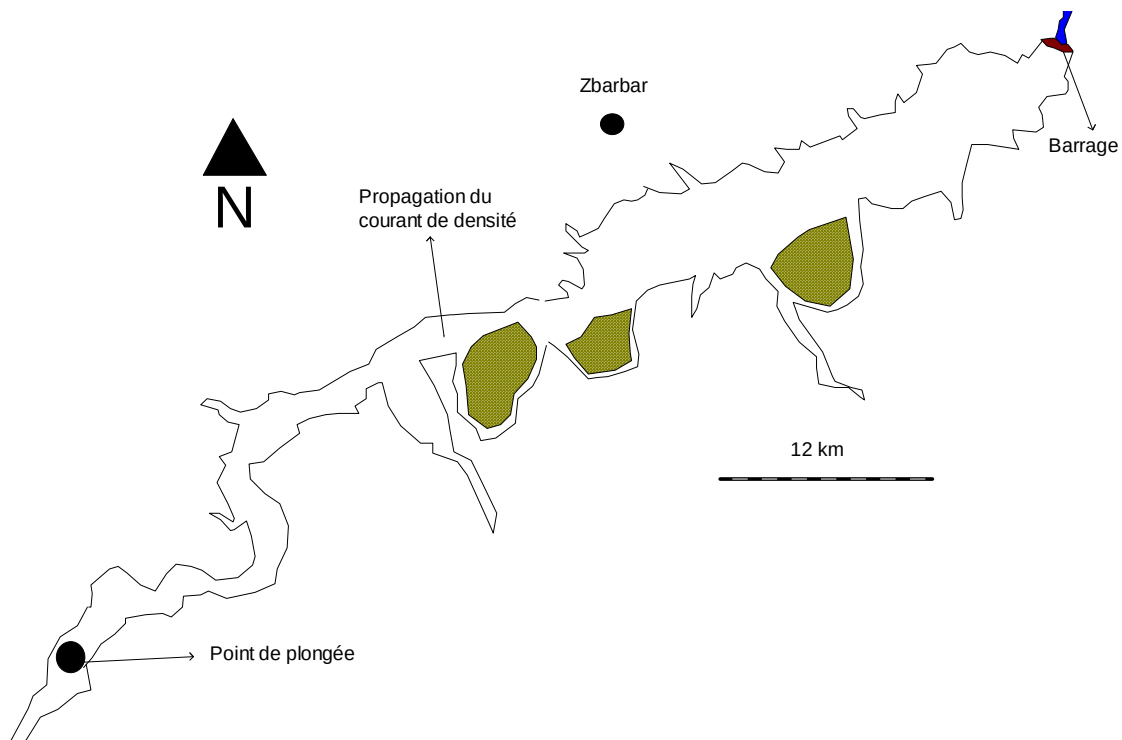


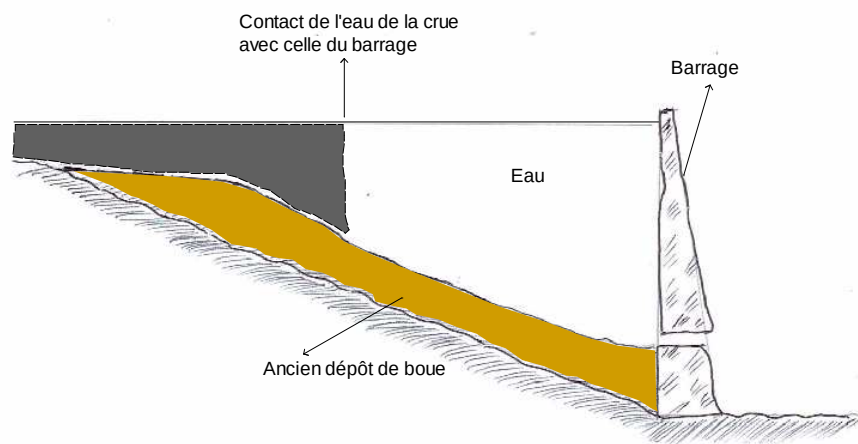
Figure.3.6. Schéma des zones de piégeage des sédiments dans la retenue du barrage de Koudiat Acerdoune

3.2.2. Mécanismes des courantes densités dans le lac du barrage

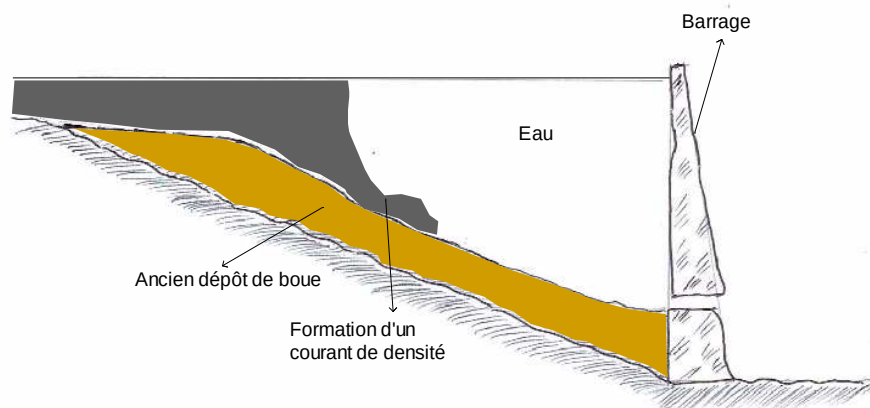
Oued Isser considéré parmi les oueds mythique de l'Algérie. Il est très connu par l'importance de ces apports liquides et solides. Le transport solide dans l'oued Isser est très actif en périodes de crues. C'est durant les crues rapides et violentes d'automne et le printemps que les fines particules se manifestent en grande quantités. Arrivées à la queue du lac, les eaux de crue (généralement de couleur noirâtre ou jaunâtre) entre en contact avec les eaux claires de la retenue. Cette situation engendre la formation d'un courant de densité qui se propage en faisceau bien individualisé sur le fond du barrage. La vitesse et la durée de vie du courant de densité de la concentration en particules fines (fig.3.6).

Le lac du barrage Koudiat Acerdoune caractérisé par la forme de type canal d'une longueur de 16 km. Se propager sur un trajet aussi long que celui du lac de Koudiat Acerdoune, cela demande une concentration en particules fines très élevées qui dépasse les 100g/l. Pour ce cas particulier de la cuvette de Koudiat Acerdoune, la majorité des courants de densité qui se forment au point de plongée n'atteindront pas le pied du barrage. Ils se diluent et s'évanouissent dans les parties haute et centrale du réservoir tout en laissant les sédiments se décanter pour former un dépôt de vase. Pour les crues de faible ou de moyenne concentration en sédiments qui n'arrivent pas à amorcer la « naissance » d'un courant de densité à l'entrée de la retenue, les particules fines se diffusent sur l'ensemble de la retenue qui finiront par se

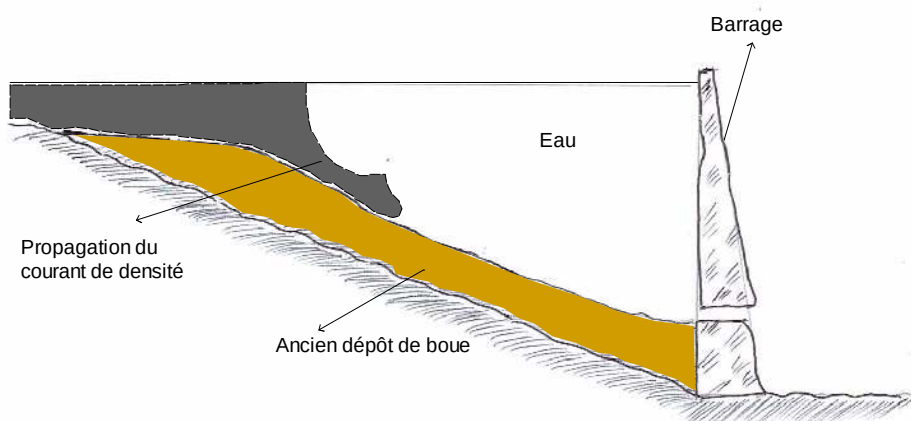
déposer au fond du barrage ; Les quelques courants de densité qui atteindront les pertuis de vidange peuvent être évacués par l'ouverture de la vanne de fond (fig3.7).



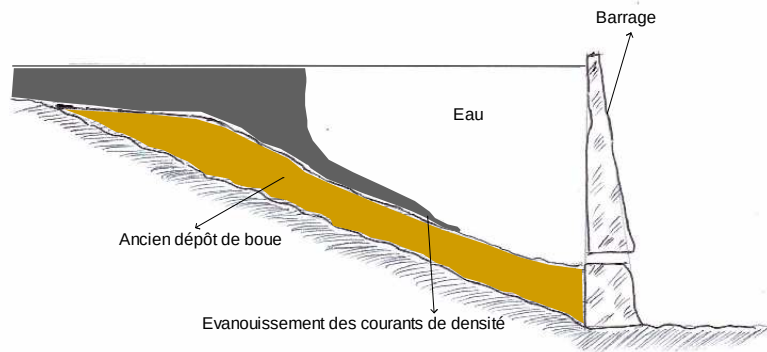
a) Contact : eau de la crue : eau de la retenue



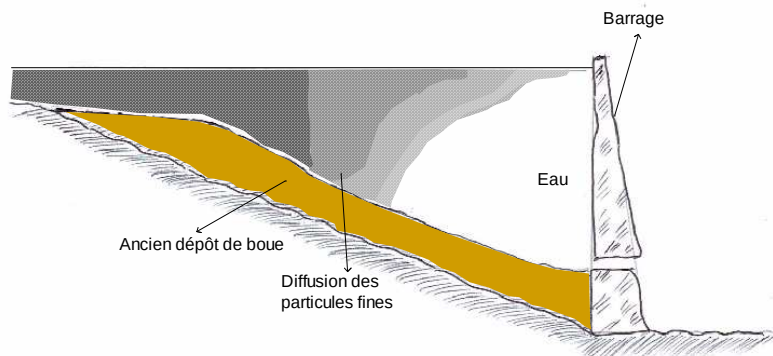
b) formation de courant de densité



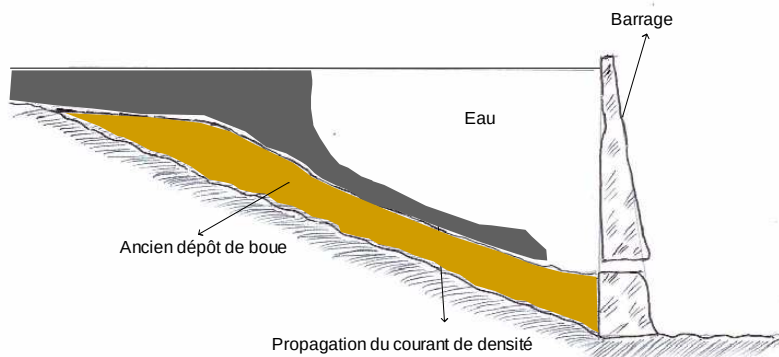
c) propagation de courant de densité



d) évanouissement des courant de densité



e) diffusion des particules fines



f) soutirage le courant de densité

Figure.3.7. Comportement des courants de densité au niveau des Vannes du barrage de Koudiat Acerdoune

3.2.3. Evolution de l'envasement dans le barrage de Koudiat Acerdoune

a. Evolution de l'envasement en fonction de la hauteur d'eau du barrage réservoir

L'étude de la distribution des sédiments sur l'ensemble du fond du barrage réservoir est une partie indispensable dans le processus de l'envasement. Nous avons représenté sur la figure 3.8, l'évolution des dépôts vaseux en fonction de la hauteur du plan d'eau du lac durant la période : 2008-2014. Nous constatons qu'il existe une relation linéaire entre le volume de vase et la hauteur d'eau, mais à partir de 55% de la hauteur totale. Ceci explique bien que les dépôts de vase évoluent parallèlement au fond du barrage réservoir mais uniquement dans la partie haute de la cuvette (plus de 55% de hauteur). Dans la partie située entre 0 et 55% de la hauteur, il n'y a pas de dépôt de vase. Durant 6 ans d'exploitation, la boue n'a pas encore atteint le pied du barrage (fig.3.8). Nous pouvons dire que le barrage de Koudiat Acerdoune est un barrage à faible taux d'envasement (fig.3.9). Sa capacité d'eau est de 618 millions de m³ en 2014. L'envasement sera de 33 millions de m³ en 2017.

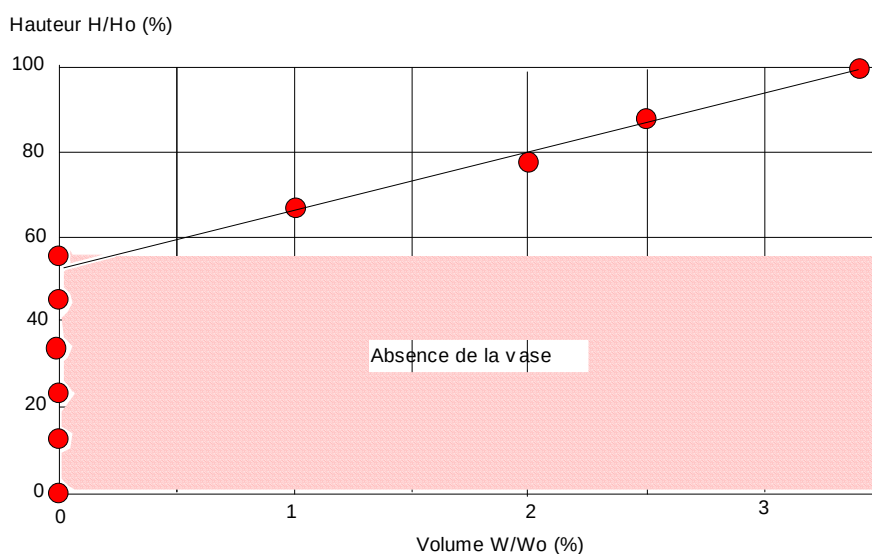


Fig.3.8 Barrage de Koudiat Acerdoune- Evolution de l'envasement en fonction de la hauteur d'eau du paln d'eau (Periode : 2008-2014)

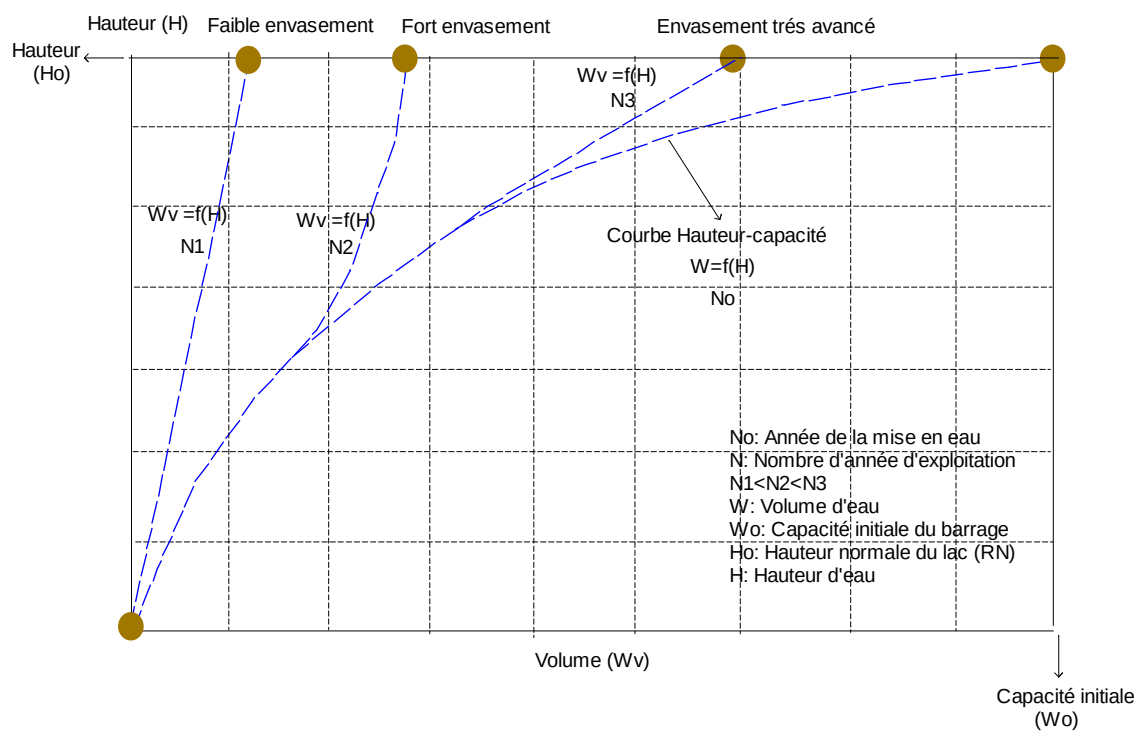


Fig.3.9 *Graph de degré d'envasement d'un barrage (Remini, 1997)*

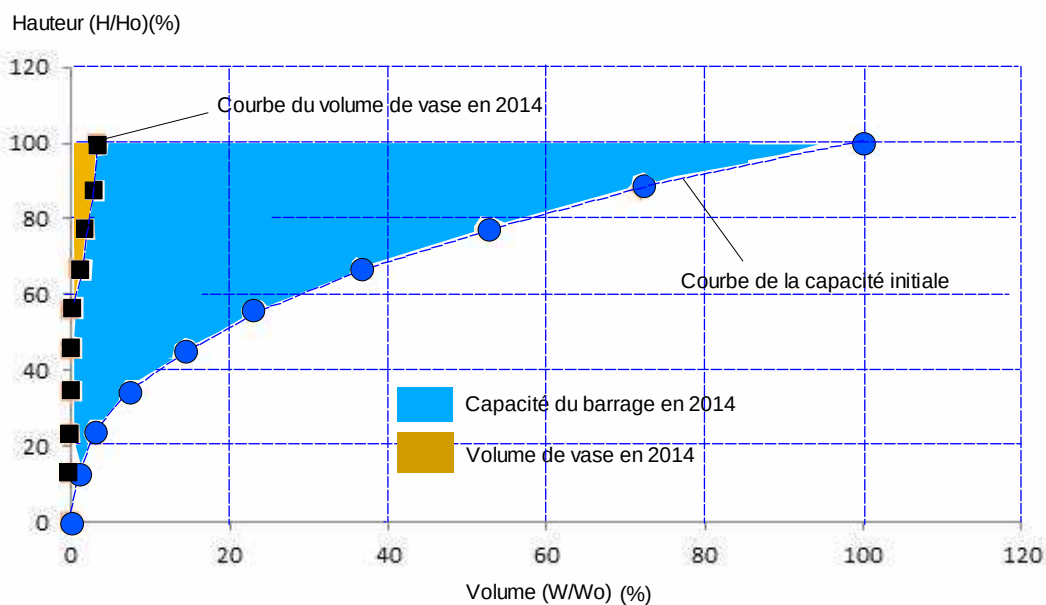
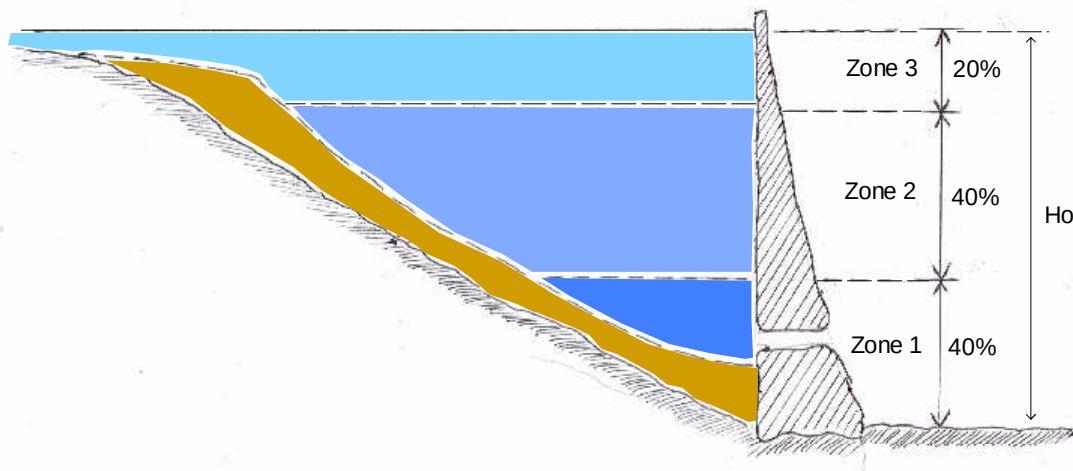


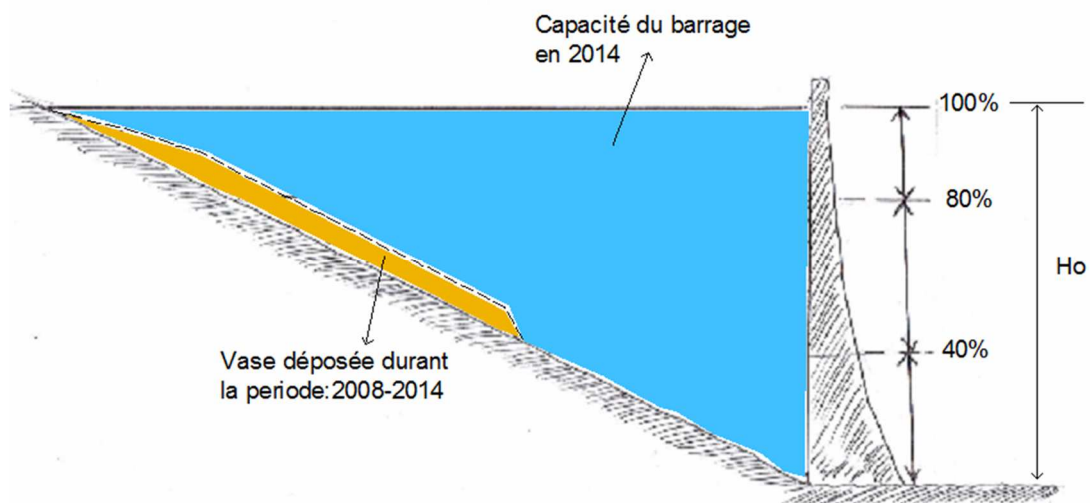
Figure 3.10. *L'évolution de l'envasement dans le barrage Koudiat Acerdoune*

b. Délimitation du lac de barrage de Koudiat Acerdoune

Selon Remini (1997), l'envasement ne s'effectue pas de la même façon dans toute la retenue. A cet effet, Remini (1997), a subdivisé la retenue d'un barrage en trois zones : la partie basse (zone I), la partie centrale (zone II), et la partie haute (zone III). (fig.3.11)



a. Les trois parties d'un retenue de barrage (cas général)



b. Les trois parties d'un retenue de barrage (cas de barrage Koudiat Acerdoune)

Fig.3.11. Délimitation de la retenue d'un barrage en trois parties
(Schématisé par Remini, 2017)

c. Evolution de l'envasement dans la partie centrale du barrage

Comme le montre la figure 3.12, les dépôts vaseux dans la partie centrale (zone 2) de la retenue évolue linéairement en fonction de la hauteur d'eau pour la période d'exploitation : 2008-2014. (fig.3.11) Ceci explique que les particules fines se déposent couche après couche mais sur la partie située entre 55% et 80% de la hauteur d'eau. Dans cette zone, le toit de vase dans évolue parallèlement au lit initial de la retenue. Les dépôts de vase dans la zone 2 sont loin de la digue et ne sont pas perturbés par les manœuvres des vannes ni par l'arrivée des crues. (fig.3.12).

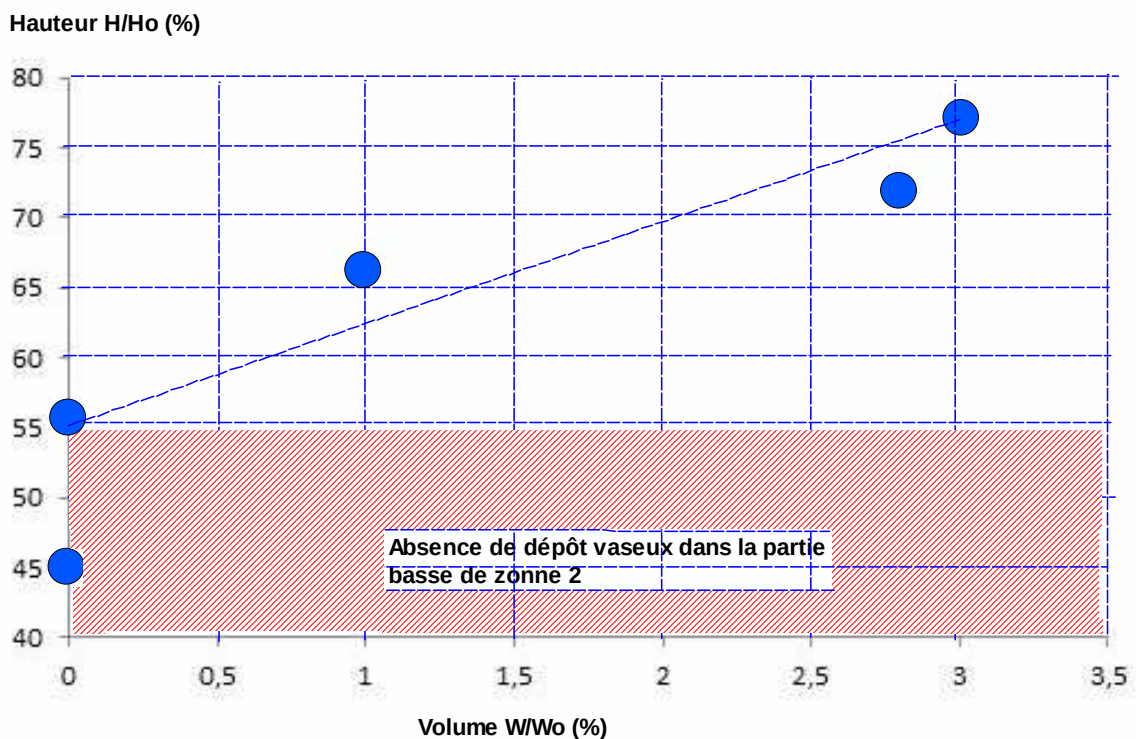


Fig3.12. Evolution de l'envasement dans la partie 2 de la retenue
Du barrage de Koudiat Acerdoune

d. Evolution de l'envasement dans la partie haute de la retenue

La figure 3.14 représente l'évolution du volume de vase en fonction de la hauteur d'eau dans la partie haute (zone 3) montre que la fonction est linéaire avec deux pentes différentes. Un tel schéma est la variation des niveaux d'eau provoqués par l'arrivée des crues. Dans cette zone, il y a une majorité des sédiments grossiers déposés par le freinage du charriage. Généralement, dans cette zone supérieure, une partie de la vase reste à l'air libre. (fig.3.13).

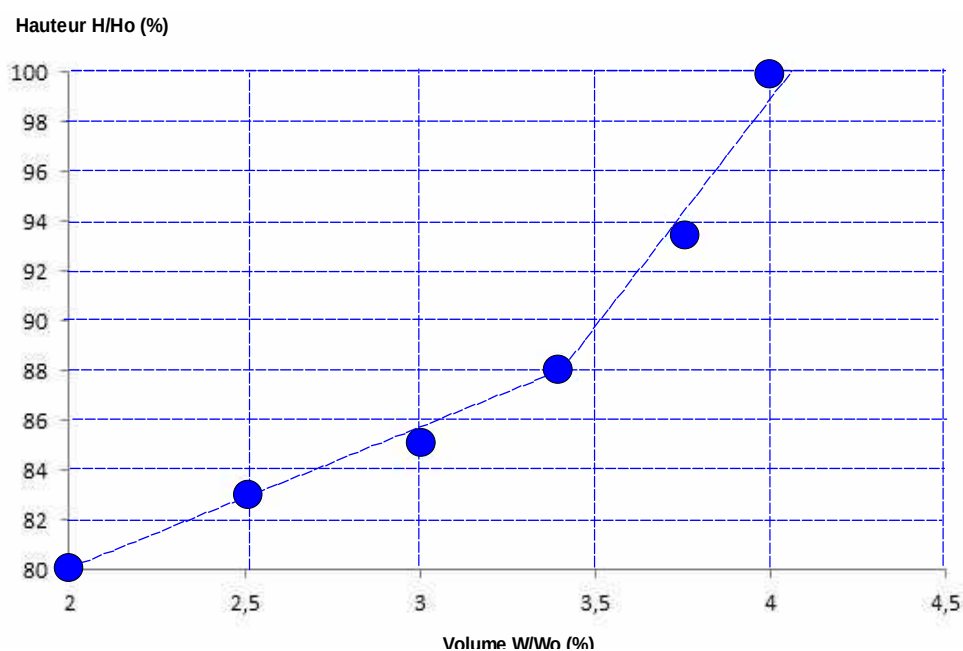


Fig3.13. Evolution de l'envasement dans la partie haute du lac

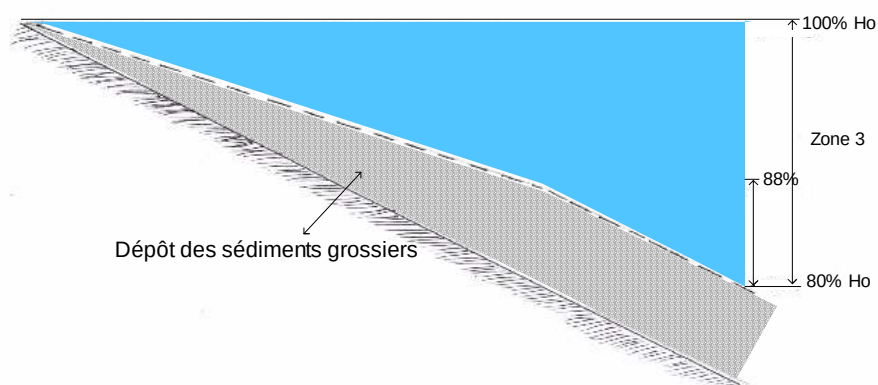


Fig.3.14 Schéma de dépôt de vase dans la partie haute du lac

e. Evolution de l'envasement en fonction du temps

Mis en exploitation en 2008, le barrage de Koudet Acerdoune a subi un levé bathymétrique en 2014. Un volume de vase de 22 millions de m^3 s'est déposé durant 6 ans d'exploitation. Le taux d'envasement moyen est de 3.6 millions de m^3 /an. En se basant sur le taux de comblement annuel (0.58%/an) qui est inférieur au seuil : 1%/an proposé par Remini et

Hallouche (2005), le barrage réservoir de Kouidet Acerdoune est peut être classé comme un barrage à faible taux d'envasement. Dans ce cas, nous utilisons la relation :

$W_v / W_o = 0,2573t + 0,7472$ (Remini et Hallouche, 2005) pour étudier l'évolution dans le temps de l'envasement du barrage réservoir de Kouidet Acerdoune (fig3.9).

3.3. Barrage de Beni Haroun

3.3.1. La présence des courants de densité dans le lac du Beni Haroun

En période des crues les plonges des courants de densité dans les oueds Nadja et Rhumel aura lieu à quelque mètres d'entrée de la retenue. En suites les courants de densité s'écoulent au-dessous de l'eau claire sous forme d'une lame bien individualisée.

En fonction de la teneur en sédiments fin, la vitesse de courant de densité évolue la géométrie de la cuvette influe aussi sur la propagation du courant de densité. Pour une faible concentration, le courant de densité peut apparaitre, mais il peut disparaître dès le premier élargissement (zone de dépôt) (figure3.15) pour une forte concentration, le courant de densité peut atteindre, le point de confluence des deux branche (zone de dépôt) si la concentration très élevée, le courant de densité peut attendre le pied du barrage. Soit une longueur 18km pour les deux branches chacune cependant, il existe deux étranglement, (redressement de la section) au niveau de la cuvette. Le premier est situé dans la branche d'Oued Rhumel à 13 km du point de plongée A. La deuxième et localisée dans la branche d'Oued Ndja à 10 km environ du point de plongée B. Ces deux venturis naturels augmentent la vitesse, une fois un courant de densité atteint l'étranglement. Ce qui permet à ce dernier d'attendre le pied du barrage. (Figure 3.15)

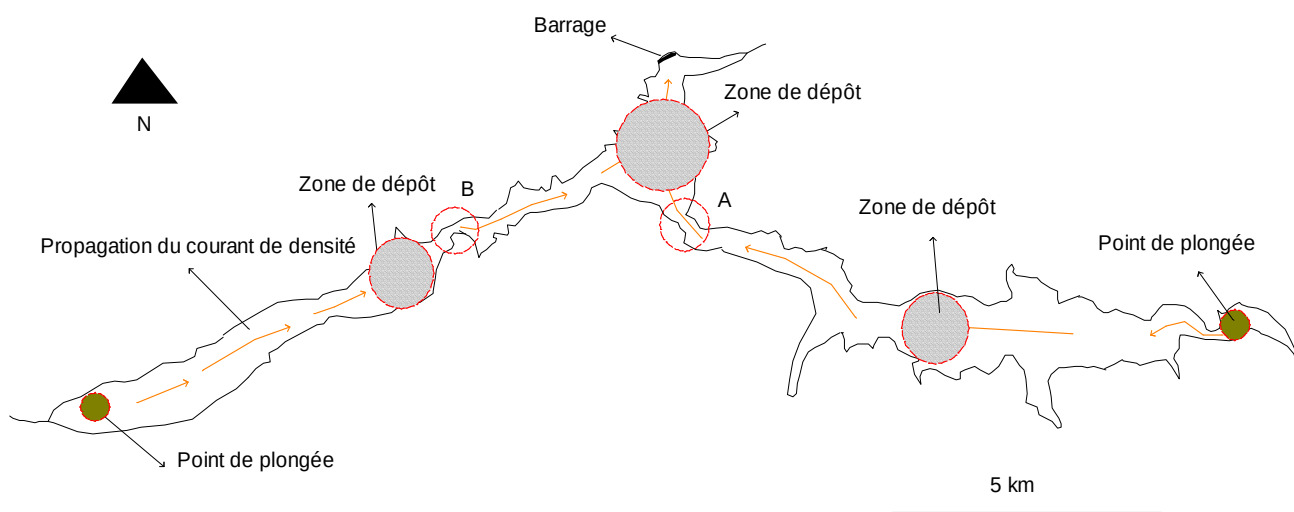
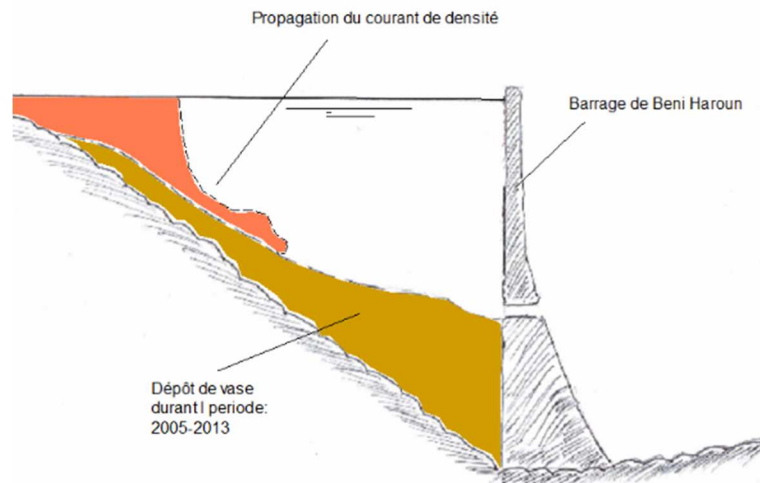


Figure.3.15. Les courant dans les branches : Oueds Ndja et Rhumel de densité

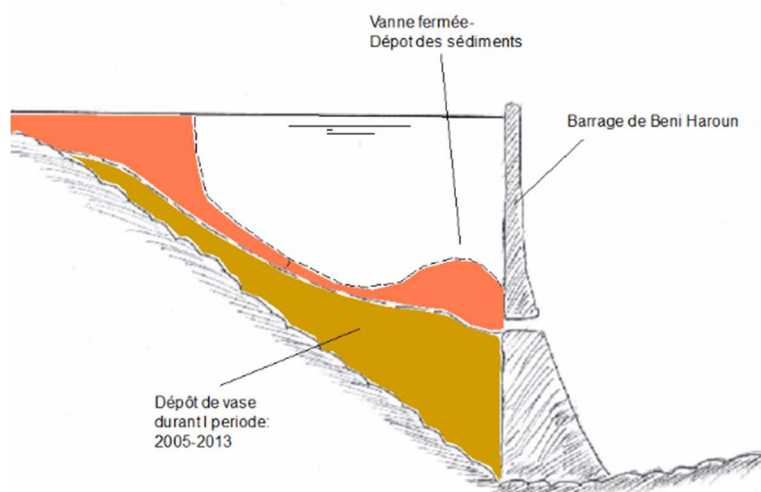
3.3.2. Mécanismes des courants de densités dans le lac du barrage

En période de crues, les oueds Rhumel et Ndja transportant une masse importante en particules fines qui proviennent de l'érosion du bassin versant et le sapement des Berges. Une fois les eaux du crue entrant en contact avec les eaux du lac les courant des densités se forment et s'écoulent sur le fond de la retenue jusqu'au pied du Barrage.

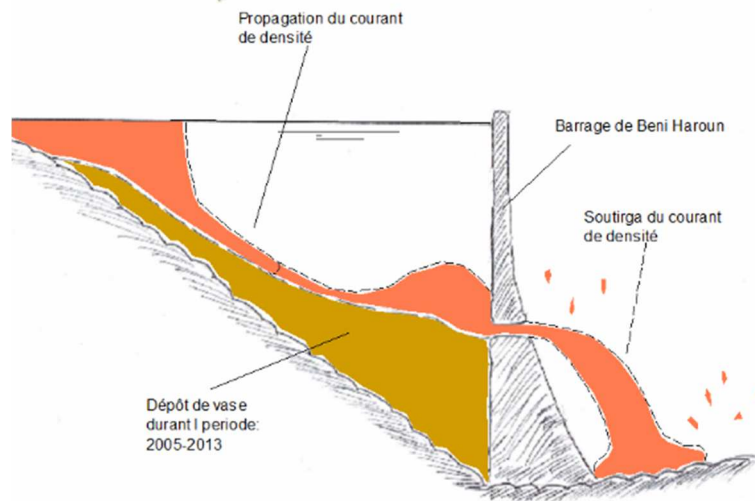
Les nos ouverture des pertuis de vidange oblige les courant de densité a laissé leurs sédiments se déposent au fond du barrage mais la manœuvre de la vanne de demi-fond à l'arrivée des courant de densité, ce dernier contenue son parcours en débours de la digue et les sédiments seront évacués dans l'oued (fig3.16).



a) Formation du courant de densité



b) propagation de courant de densité



c) Soutirage le courant de densité

Figure.3.16. Comportement des courants de densité au niveau des vannes (barrage de Beni Haroun).

3.3.3. Les conséquences de courants de densité : Envasement du barrage de Beni Haroun

Le lac du barrage de Beni Haroun est situé à la confluence des deux oueds Rhumel et Ndja. (Fig.3.17)



a) l'entrée d'oued al Ndja



b) L'entrée d'Oued al Rhumal

Figure.3.17.les deux entre de barrage Beni Haroun

Deux oueds connaissent par l'importance des crues drainant de fortes avances de sédiments. Une fois arrive à niveau du le lac, les courant de densité prennent en charge toutes les particules fines qui seront déposé au fond de la retenue un volume de 83 Hm^3 de vase c'est dépose uniquement en huit ans (2005-2013), ce qui donne un temps d'envasement de neuf Hm^3/an , une valeur qui élevée, ce qui confirmé l'ampleur de l'envasement au niveau du barrage de Beni Haroun. Une telle situation se résume par une hauteur de vase 34 m au niveau du pied de barrage. Donc le toit de vase se trouve à 6 m de seuil de la vanne de demi-fond. Dans Quelques années les pertuis de vidange seront menacés par le colmatage.

(Fig.3.18)

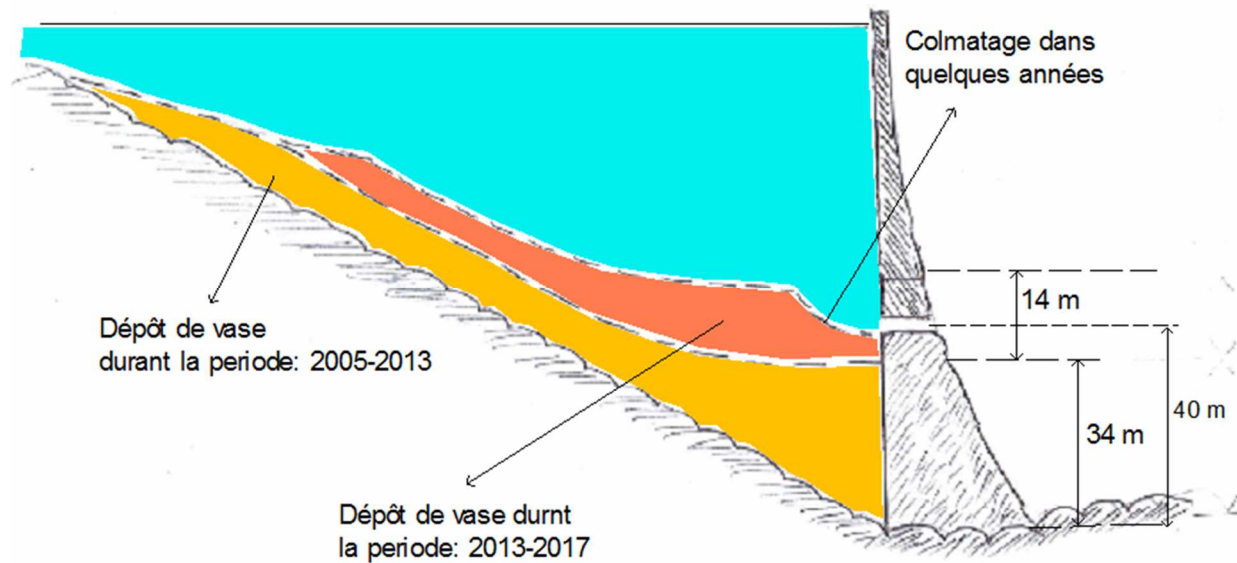


Figure.3.18. Position de dépôt de la vase ou barrage Beni Haroun

Sur la base du taux d'envasement de $10.1 \text{ M m}^3 / \text{an}$ la capacité de barrage est de 840 Hm^3 en 2017. D'ici 2098 le barrage sera complètement ensasé si moyens de lutte contre l'envasement ne seront pas pris à court terme par les services d'hydraulique.

L'évolution rapide de l'envasement du barrage de Beni Haroun à l'aval comme conséquence une montée rapide de 34m pendant la période 2003-2013 c'est-à-dire le niveau de la vase est à 6m en dessous du seuil de la vanne de demi-fond.



a) L'eau noirâtre



a) Eau claire

Figure.3.19. Soutirage de courant de densité ou barrage Beni Haroun (donnée ANBT).

Sur la base du taux d'envasement du barrage évaluée à 10.3 millions m³/an le toit de vase est à 48m, c'est-à-dire à 8m au-dessus du seuil de la vanne demi-fond ce pendant les manœuvres périodiques des pertuis de vidange ont évité le colmatage de ces pertuis. Un cône de vase est fournie auprès de la vanne demi-fond (fig3.18). Un retard des prochaines manœuvres de la vanne de demi-fond sera colmaté. (Fig.3.19)

3.4. Moyens de lutte contre l'envasement utilisé au niveau des deux barrages

Actuellement le seul procédé de lutte contre l'envasement pratique au niveau des barrages Beni Haroun et Koudait Acerdoune est l'évacuation de la vase par les pertuis de vidange manœuvres de la vanne se pratiquement en période des crues (fig.3.20). C'est-à-dire à l'arrivée des courantes densités au pied du barrage. Un tel procédé à peuvent d'évacuer une quantité de boue appréciable.



Figure.3.20. vidange de fond de barrage Beni Haroun (données ANBT).

Nous avons représenté sur les figures (3.21 ,3.22). Les apports au barrage de Beni Haroun ainsi que les quantités d'eau évacués par les pertuis de vidange durant la période : 2003-20016. Il est intéressant de constater que les apports s'effectuent pratiquement devant les mois de mars. Le soutirage des courants de densité a eu lieu au moment de l'arrivés des crues. Nous pouvons confirmer qu'une bonne partie des sédiments drainée par les courants de densité ont été évacuée. (fig3.21, fig3.22). Durant la période 2005-2014 une quantité de 4 milliards de vase ont été évacué. Il est constant que durant la même période les apports au barrage de Beni Haroun ont été évalués à plus de 12 milliards de m³.

Pour le barrage de Koudiat Acerdoune les apports liquides durant en période : 2008-2016 ont été évalué à 1 milliard.

Il intéressant de constater les figure (3.23 et 3.24) que les apports liquides se manifestent devant les mois de janvier et février ce pondent les ouvertures des vannes ont été effectués à partir d'octobre 2015 dans le but de remplir le barrage Beni Amran et non de lutte contre l'envasement.

Il reste à signaler que ces lâches ont été bénéfiques pour le barrage puisque il n'y a de dépôt an de partie basse de la retenue.

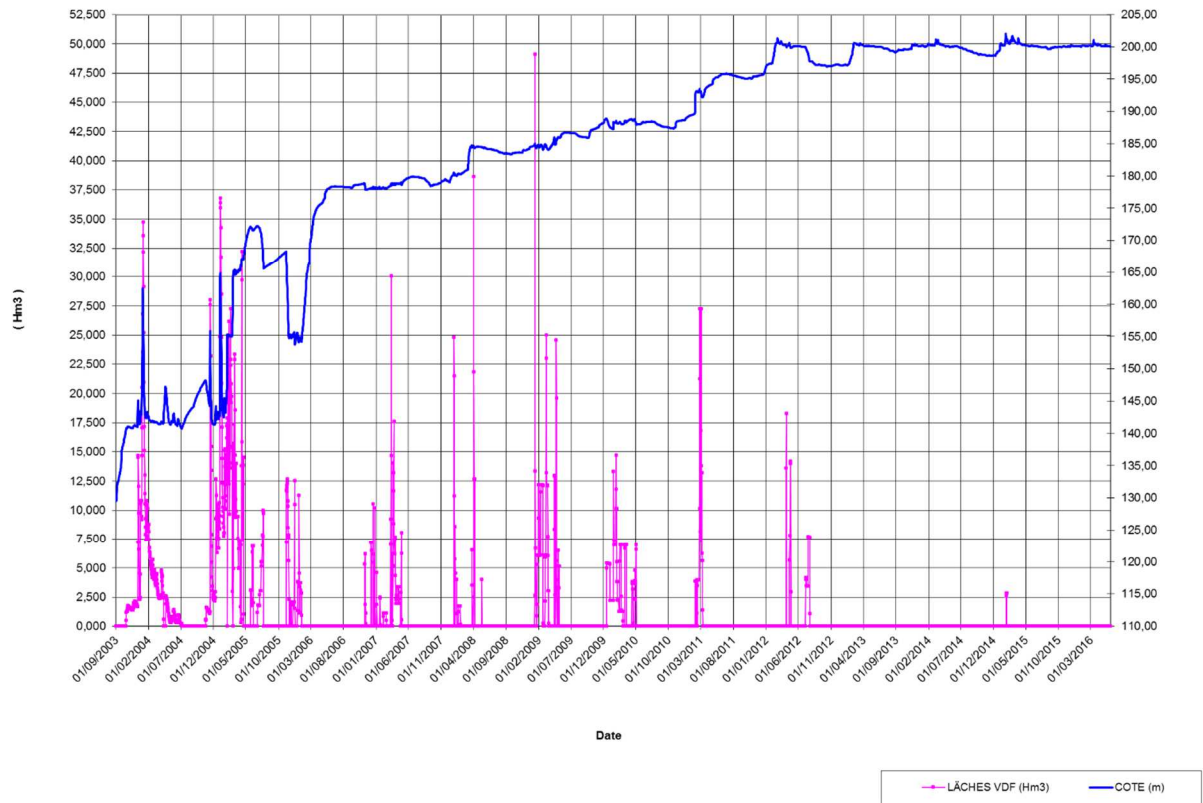


Figure.3.21. Les lâches de vidange de fond par rapport la cote (donnée ANBT).

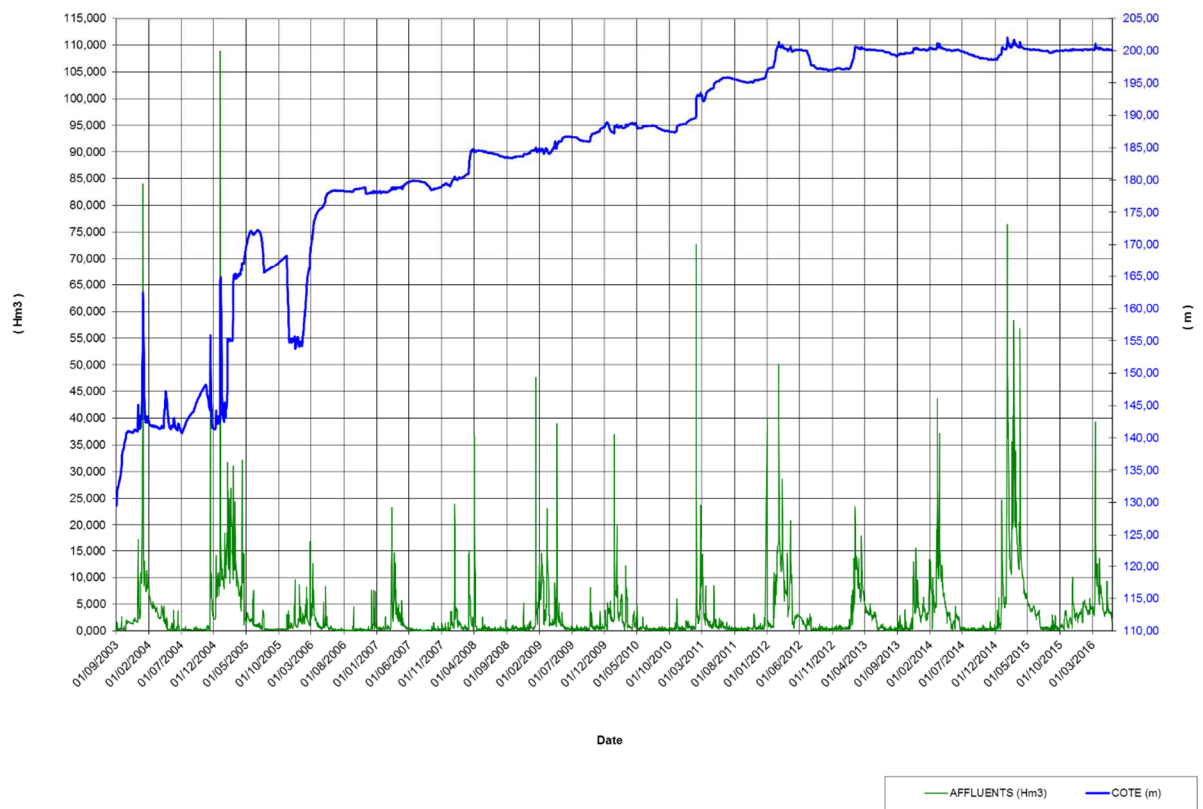


Figure.3.22. Les affluents par rapport la cote (donnée ANBT).

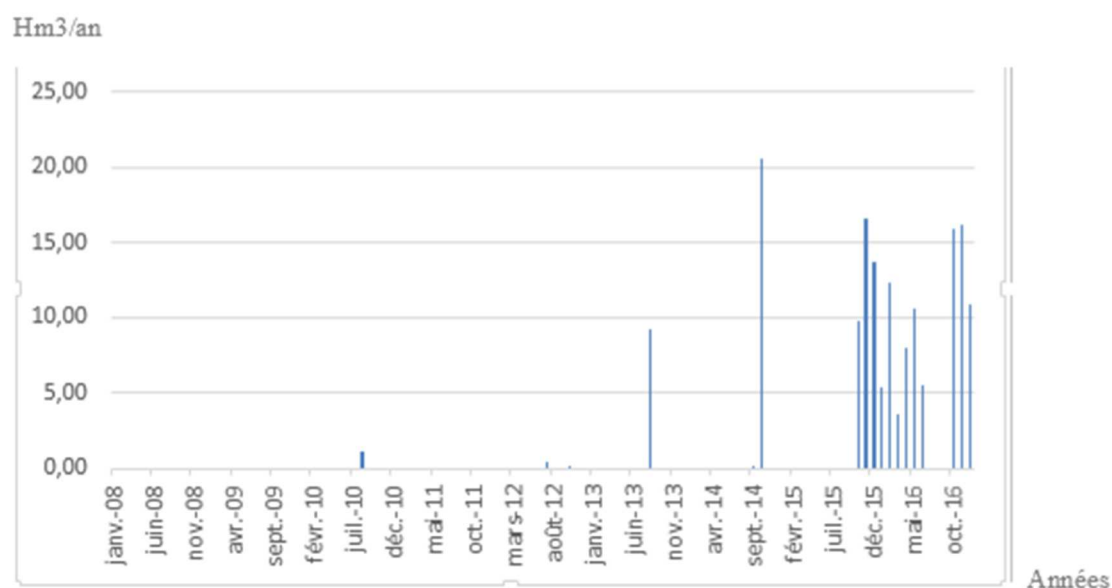


Figure.3.23. variation annuelle des vannes de fond de barrage Koudiat Acerdoune (donnée ANBT).

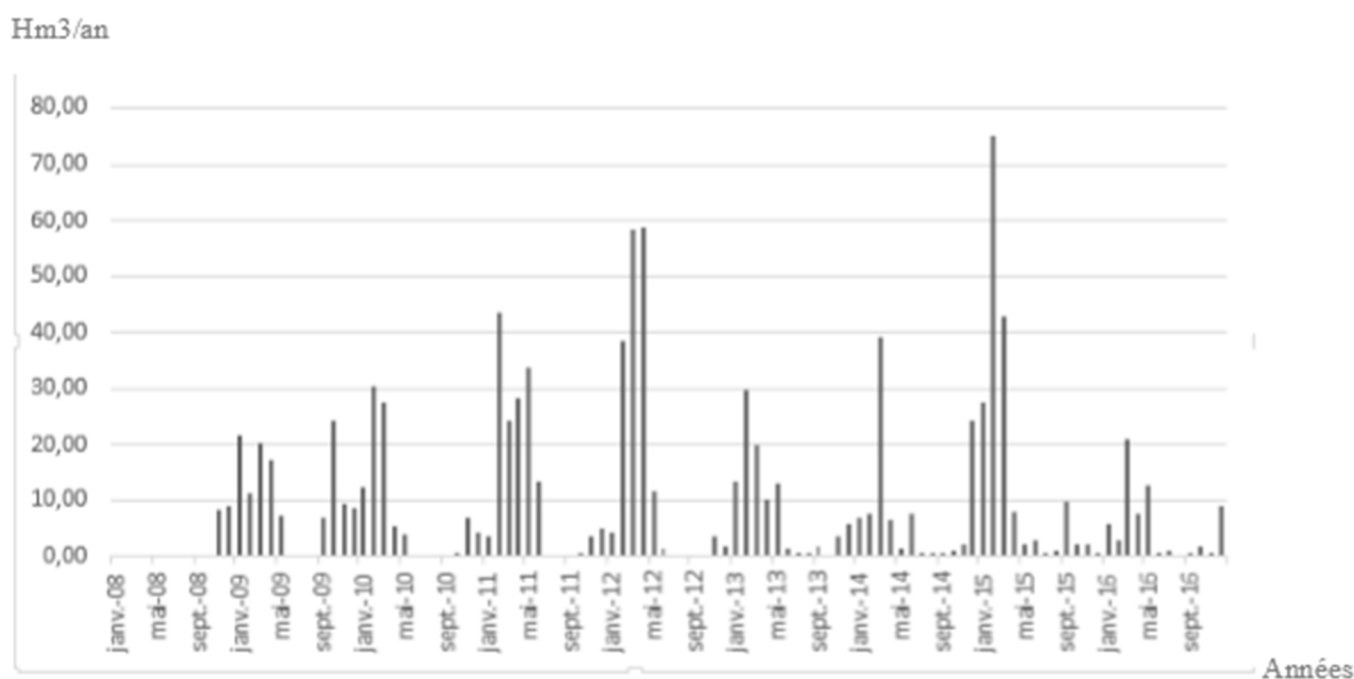


Figure.3.24. variation annuelle des apports de barrage Coudiat Acerdoune (données ANBT).

CONCLUSION

Selon Remini, on peut classer le barrage de Beni Haroun parmi les barrages forts envasés et le barrage de Koudait Acerdoun parmi les barrages moyennement envasé à partir de calcule la vitesse de comblement. Le soutirage des courants de densité c'est la technique la plus importante pour évacuer les particules fines.

CONCLUSION GENERALE

Comme nous l'avons mentionné au début de cette étude que le phénomène de l'envasement menace la plupart des barrages algériens. Le barrage de Beni Haroun, le plus grand barrage algérien est un barrage a fort taux d'envasement reçoit un volume de vase de 10.3 millions m³, soit un taux de comblement annuel égal à 1.1 %/an.

Contrairement au barrage de Koudiat Acredoune, barrage classé à faible taux d'envasement puisque son taux de comblement ne dépasse pas 0.60 %/an. Ces deux barrages s'ensavent par courant de densité drainent les particules fines arrachées aux bassins versant par le ruissellement en période de crue.

L'étude de l'évolution des dépôts vaseux dans les deux barrages nous a montré que le toit de vase a dépassé en 2017 le seuil de la vanne de demi-fond du barrage Beni Haroun, soit une hauteur de la boue égale à 48 m.

La pratique de soutirage des courants de densité a permet de réduire le dépôt dans la zone basse de la retenue et d'éviter le colmatage de la vanne.

Quant au barrage de Koudiat Acredoune, le dépôt successif des sédiments durant la période d'exploitation 2008-2014 a eu lieu uniquement dans les parties centrale et haute du lac (plus de 50% de la hauteur) : les chasse périodique effectuées au niveau de ce barrage pour alimenter le barrage de Beni Haroun a permet de nettoyer toute la partie basse de la cuvette.

Sur la base de taux d'envasement, le barrage de Beni Haroun sera envase d'ici : 2100. Quant au barrage de Koudiat Acredoun d'une capacité 608 millions m³ en 2017. Le barrage sera abandonné d'ici : 2180. Il ressort de cette étude que le barrage de Beni Haroun qui alimente 5 wilayas en eau et programmer pour attendre 12 wilayas de l'est, est aujourd'hui menacé par le phénomène de l'envasement.

Référence bibliographique

Demmak A., 1982. Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides en Algérie septentrionale. Thèse de Dr. Ing. Université de Pierre et Marie Curie, Paris XI.

Hallouche O. et Remini B., 2005. Prévion de l'envasement dans les barrages des pays du Maghreb. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 04, Juin, pp.69-80.

Oualkacha L., 2010. L'envasement des barrages au Maroc. Communication Colloque, Marseille (France), 13-14 Décembre.

Remini B., 1997. Envasement des barrages en Algérie – Mécanismes et moyen de lutte par la technique de soutirage. Doctorat d'état, Mars, Ecole Nationale Polytechnique d'Alger, 342 p.

Remini B., Bensafia D., Missoum M., 2015. Silting of Foun el Gherza Reservoir. GeoScience Engineering, Volume LXI, No.1. pp. 1-9, ISSN 1802-5420.

Remini B., Bensafia D., 2016. Envasement des barrages dans les régions arides- Exemples Algériens. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°27, Sept, pp. 63-90.

Remini B., Benfetta H., 2015. « Le barrage réservoir de Gargar est- il menacé par l'envasement ? » Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°24, Décembre, pp. 175-192

Remini B., Toumi A., 2017. The Beni Haroun reservoir (Algeria) is it threatened by siltation. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°29, Mars, pp. 249-263

Remini B., Hallouche O., 2007. Studying Sediment. Revue International Water Power et Dam construction. Octobre, pp. 42-45.