

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 :

EVOLUTION DE L'ENVASEMENT DANS LE BARRAGE KOUIDIAT ACERDOUNE (ALGERIE)

Présenté par :

Zouaoui Hichem

Devant le jury composé de :

Mr. Kara.O

Président/ examinateur

Mr. Remini.B

Encadreur

Mr. Bouzeria. H

Examineur

Promotion 2024-2025

Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire de fin d'études.

Je remercie tout d'abord **Mr B.Remini** , mon encadrant, pour son accompagnement précieux, ses conseils avisés, sa disponibilité et sa confiance tout au long de ce travail.

Un grand merci à mes enseignants pour la qualité de la formation qu'ils m'ont dispensée tout au long de mon cursus.

Enfin, je dédie ce travail à ma famille et à mes proches pour leur soutien inconditionnel, leur patience et leurs encouragements permanents.

Dédicace

À mes chers parents, **Ali et Lila**,

Pour votre amour, vos sacrifices, votre patience et votre soutien indéfectible. Ce travail est le fruit de vos encouragements constants.

À mon frère **Amine** et ma sœur **Amira**,

Merci pour votre présence, vos mots d'encouragement et votre affection tout au long de mon parcours.

Je vous dédie ce mémoire avec tout mon amour et ma profonde gratitude.

ملخص

تعتبر ظاهرة الترسيب في السدود مشكلة شائعة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، حيث تشكل تحدياً كبيراً للمهندسين المسؤولين عن السدود الذين يعجزون عن الحد من الآثار الضارة لهذه الظاهرة على البنية التحتية المائية وحتى على البيئة المحيطة. تأتي هذه الدراسة في هذا الإطار، حيث لم يكن اختيار سد كدية عسردون لدراسة ظاهرة الترسيب فيه عشوائياً، بل كان بسبب الكميات الكبيرة من الرواسب التي يحملها وادي إيسر، المجرى المائي الرئيسي للحوض المائي لسد كدية عسردون. بالإضافة إلى ذلك، يصنف هذا السد كأكبر ثاني سد في الجزائر بعد سد بني هارون .

بناءً على القياسات الباثيمترية التي أجرتها الوكالة الوطنية للسدود والتحويلات (ANBT) ، تبين أن حجم الترسبات الحالية في السد بلغ 71 مليون متر مكعب من الطمي في عام 2024 ، مما يمثل نسبة تعبئة تصل إلى 4.2% وبما أن السد مصنف على أنه يعاني من ترسيب متوسط، فمن الأفضل اتخاذ الإجراءات اللازمة قبل أن يتفاقم الوضع ويصل إلى مرحلة الترسيب الشديد. يتطلب ذلك البدء فوراً في تهيئة الحوض المائي من خلال تحديد الأودية التي يمكن تصحيحها. إن اعتماد طريقة " التصحيح التورنتي) تصحيح المجاري المائية (يمكن أن يساهم في تقليل معدل الترسيب في السد .

الكلمات المفتاحية:

سد كدية عسردون، الحوض المائي، الترسيب، وادي إيسر، الرواسب الصلبة، التصحيح التورنتي

Résumé

L'envasement des barrages, un phénomène présent dans les milieux arides et semi-arides. Un problème crucial pour les barragistes qui n'arrivent pas à réduire ces effets néfastes sur l'infrastructure hydraulique et même son environnement. La présente étude s'inscrit dans cette optique. En effet, le choix du barrage de Koudiat Acerdoune , est dicté par son importance régionale puisqu'il est classé le deuxième grand barrage en Algérie. Cette situation géographique caractérise par un milieu érosif. L'étude examine l'évolution spatiale temporelle de l'envasement du barrage Koudiat Acerdoune. Sur la base des levées bathymétriques établies par l'agence nationale des barrages et transferts, il résulte que l'envasement actuel du barrage atteint 71 million de mètres cubes de vase en 2024, soit un taux de comblement de 4.2%. Classé

moyennement envasé, il est à préférer, avant de dépasser ce degré d'envasement(moyen) pour atteindre fort d'envasement, Il faut procéder dès maintenant à l'aménagement de son bassin versant par répertoirer les ravines capables d'être corrigés. Une telle méthode, (correction torrentielle), peut réduire le taux d'envasement du barrage. La durée vie de barrage a été évalué 140 an.

Mots-clés : Barrage Koudiat Acerdoune, Bassin versant, Envasement, Oued Isser, Apport solide, Correction torrentielle

Abstract :

The siltation of dams is a phenomenon commonly observed in arid and semi-arid regions. It poses a critical challenge for dam engineers who struggle to mitigate its harmful effects on hydraulic infrastructure and the surrounding environment. This study focuses on this issue, with the Koudiat Acerdoune Dam selected as a case study due to the substantial sediment loads carried by the Oued Isser, the main watercourse in the dam's watershed. Additionally, this hydraulic structure is ranked as the second-largest dam in Algeria, after the Beni Haroun Dam.

Based on bathymetric surveys conducted by the ANBT (National Agency for Dams and Transfers), the current siltation volume in the dam has reached 71 million cubic meters of sediment by 2024, representing a 4.2% filling rate. Classified as moderately silted, it is advisable to take action before the situation worsens to a heavily silted state. Immediate watershed management measures should be implemented, including identifying and correcting erodible gullies. A method such as torrential correction (gully stabilization) could help reduce the dam's siltation rate.

Keywords : Koudiat Acerdoune Dam, watershed, siltation, Oued Isser, sediment load, torrential correction

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicace

Résumé

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Abréviations

Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : recherche bibliographique.....	1
Introduction.....	1
1.1. L’envasement dans les pays de l’Afrique du nord.....	1
1.2. Processus de la sédimentation.....	5
1.2.1. Érosion des bassins versants.....	5
1.2.2. Transport solide.....	6
1.2.3. Piégeage des sédiments.....	7
1.2.4. Dépôt des sédiments	8
1.2.5. Compaction et consolidation.....	8
1.3. Facteurs influençant l’accumulation des sédiments	9
1.3.1. Facteurs naturels.....	9
1.3.2. Facteurs anthropiques.....	10
1.4. Conséquences de l’envasement.....	11
1.5. Solutions pour lutter contre l’envasement	12
1.5.1. Solutions techniques	12
- Dragage.....	12
- Bassins de décantation.....	13
- Vidanges.....	15
1.6. Gestion des bassins versants	17

1.6.1. Reboisement.....	17
1.6.2. Pratique agricole durables.....	18
1.7. L'envasement dans le monde.....	19
Conclusion.....	26
Chapitre 2 : région d'étude et méthodologie.....	27
Introduction.....	27
2.1. Présentation générale de la région d'étude.....	27
2.2. Caractéristiques hydrologiques.....	28
2.3. Caractéristiques du barrage.....	30
2.4. Évacuateur de crues.....	31
2.5. Ouvrages annexes.....	32
2.6. Géologie du site.....	33
2.7. Historique de la construction.....	34
2.8. Caractéristiques du barrage en chiffres.....	35
Conclusion.....	36
Chapitre 3 : résultats et discussions	
Introduction.....	37
3.1. Évolution de l'envasement	37
- Suivant la profondeur.....	37
- Suivant le temps.....	39
3.2. Calcul du taux d'envasement	41
3.3. Durée de vie du barrage	41
3.4. Allongement de la durée de vie	42
3.4.1 Une meilleure gestion.....	42
3.4.2 Aménagement du bassin versant.....	42

Conclusion.....	43
Conclusion générale	44
Références bibliographique.....	45

Liste des tableaux

Tableau 2.1 : Caractéristiques hydrologiques.....	29
Tableau 2.2 : Caractéristiques du barrage (ANBT).....	30
Tableau 2.3 : Caractéristiques de l'évacuateur de crues.....	31
Tableau 2.4 : Barrage en chiffres.....	35
Tableau 3.1 : Classe des barrages vis-à-vis de l'envasement (Remini, 2017).....	40
Tableau 3.2 : Comblement d'un barrage (Remini, 2017).....	40

Liste des figures

Figure 1.1 : Nombre de barrages en Afrique du nord (Remini 2003).....	3
Figure 1.2 : Capacité de stockage en Afrique du nord (Remini 2003).....	4
Figure 1.3 : Envasement annuel en Afrique du nord (Remini 2003).....	4
Figure 1.4 : Processus de la sédimentation [Remini 2003].....	5
Figure 1.5 : Modes de transport solide.....	6
Figure 1.6 : Propagation d'un courant de densité (Remini, 2003).....	7
Figure 1.7 : Retenues de type « canal » (Remini, 2003).....	8
Figure 1.8 : drague suceuse refouleuse rezoug youcef au cours de dévasement de la retenue de zerdezas	13
Figure 1.9 : Bassin de décantation naturelle	14
Figure 1.10 : Bassin de décantation.....	14
Figure 1.11 : Bassin de décantation en maçonnerie.....	14
Figure 1.12 : vidnage controlée du barrage de la grande dixence.....	16
Figure 1.13 : Barrage de la grande dixence.....	17
Figure 1.14 : Projet de reboisement (Green Legacy" en Éthiopie)...	18
Figure1.16. Agroforesterie dans une plantation de café au Brésil...	19
Figure 1.17. Le barrage de Serre-Ponçon (SerrePonçon,2014).....	21
Figure1.18. Le barrage de Dez (Tripadvisor).....	24
Figure 1.19. Le barrage de Roseires Soudan (RFI,).....	25
Figure 2.1 : Barrage de Koudiat Acerdoune (ANBT,2017).....	28
Figure 2.2 : Vue du lac du barrage (Remini, 2016).....	29

Figure 2.3 : Partie du bassin versant (Remini, 2017).....	30
Figure 2.4 : Évacuateur de crues (ANBT).....	32
Figure 2.5 : Tour de prise et pont-route (ANBT).....	33
Figure 3.1 : Évolution de l’envasement (Koudiat Acerdoune)	38
Figure 3.2 : Graphe de degré d’envasement (Remini, 1997).....	39
Figure 3.3 : Évolution temporaire de l’envasement.....	40

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

W_v : volume de vase

W_o : 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

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

No : année de la mise en eau

N : nombre d'année d'exploitation

H_o : hauteur normale de lac

H : hauteur d'eau

Introduction générale

Inséparables, l'eau et les particules solides s'écoulent ensemble dans les ruisseaux, les rivières, les oueds et les fleuves pour atteindre leur point de chute qui n'est autre que l'océan, la mer, le lac et le chott. Un tel parcours n'est autre que le chemin tracé par la nature. Seulement l'intervention de l'homme peut raccourcir son chemin par la réalisation des barrages. Hélas, dans ce cas, les particules solides seront obligées de se déposer dans les réservoirs artificiels obtenus par la disposition des seuils, ces dépôts successifs des grains solides aboutiront à l'envasement des barrages. Un tel résultat ne peut s'expliquer que par la révolte des particules contre la modification de leur itinéraire, tout simplement. Dans ce cas, il faut considérer que l'envasement est un phénomène naturel et que l'homme doit s'adapter avec cette nouvelle situation. L'Algérie, avec ses 80 grands barrages, se trouve aujourd'hui confrontée à ce phénomène de l'envasement. Chaque année, un volume de 65 millions de m³ de vase se dépose chaque année au fond de ces barrages (Remini, 2017). Une longue histoire entre l'envasement et le barrage existe depuis plus d'un siècle. Des barrages ont été déclassés, abandonnés à cause de ce phénomène. Nous pouvons citer les barrages de Chorfa 1, Sig ... (Remini, 2025). D'autres barrages ont été emportés par la vase, comme celui du barrage de Fergoug 1 en 1870 (Remini, 2025). Des barrages qui luttent depuis des années pour leur survie grâce aux opérations de dragage. Comme ceux de Fergoug 3, Zerdaza, Ksob,. Paradoxalement, des barrages ont été épargnés par ce phénomène naturel comme celui de Merrad qui est en service depuis plus d'un siècle et demi. Aujourd'hui, avec les changements climatiques, ce phénomène d'envasement risque d'être plus important et inquiétant pour nos barrages à cause de la formation des courants de densité à l'entrée des retenues des barrages. Ces courants de densité appariassent suite à l'élévation de la concentration en particules fines dans l'eau engendrés par l'accélération de l'érosion des sols (Remini, 2017 ; Remini et al, 1995 ; Remini et al, 1996). Ces dernières années, nous avons enregistré des apports solides drainés par les crues beaucoup plus importantes qu'avant. Notre étude s'articule sur l'évolution de l'envasement du barrage de Koudiat Acerdoune, l'étude est se compose de trois chapitres, l'étude bibliographique, étude de la région et résultats et discussions.

CHAPITRE 1

Etude bibliographique sur l'envasement des barrages

Introduction

L'envasement des barrages est un phénomène naturel aggravé par les activités humaines, qui compromet la capacité de stockage et la durée de vie des ouvrages hydrauliques. Ce dépôt de sédiments réduit l'efficacité des barrages pour l'irrigation, la production d'électricité et la gestion de l'eau. Ce mémoire étudie les causes, les impacts et les solutions possibles à cette problématique. À travers l'analyse du cas du barrage de Koudiat Acerdoune, nous mettons en évidence l'importance du suivi bathymétrique. L'objectif est de proposer une gestion durable face à ce défi croissant.

1.1. L'envasement dans les pays de l'Afrique du nord

Actuellement, l'Afrique du Nord compte plus de 230 barrages, totalisant une capacité de stockage d'environ 23 milliards de mètres cubes, répartie comme illustrée dans les figures 1.1 et 1.2. Le suivi régulier de l'envasement de ces retenues a permis d'estimer à près de 125 millions de m³ par an la perte moyenne de capacité de stockage due à la sédimentation (fig 1.3). Cette perte affecte différemment chacun des trois pays concernés (Algérie, Tunisie, Maroc), selon les données de Remini (2003). Au-delà de la diminution de la capacité utile des barrages, la sédimentation engendre divers impacts à l'échelle du réservoir lui-même, mais aussi en amont et en aval de l'ouvrage. Les trois pays concernés sont situés dans une zone à dominante montagneuse, marquée par un climat contrasté : alternance d'années humides et sèches, et surtout, des précipitations automnales intenses qui s'abattent souvent sur des sols dénudés, fragilisés par les labours, et peu protégés par la végétation.

Ces conditions entraînent des crues automnales soudaines et violentes, responsables d'une érosion intense. Le taux élevé d'érosion dans les bassins versants favorise, par conséquent, la formation de courants de densité dans les réservoirs des barrages nord-africains, accentuant encore le phénomène d'envasement (Remini, 2003).

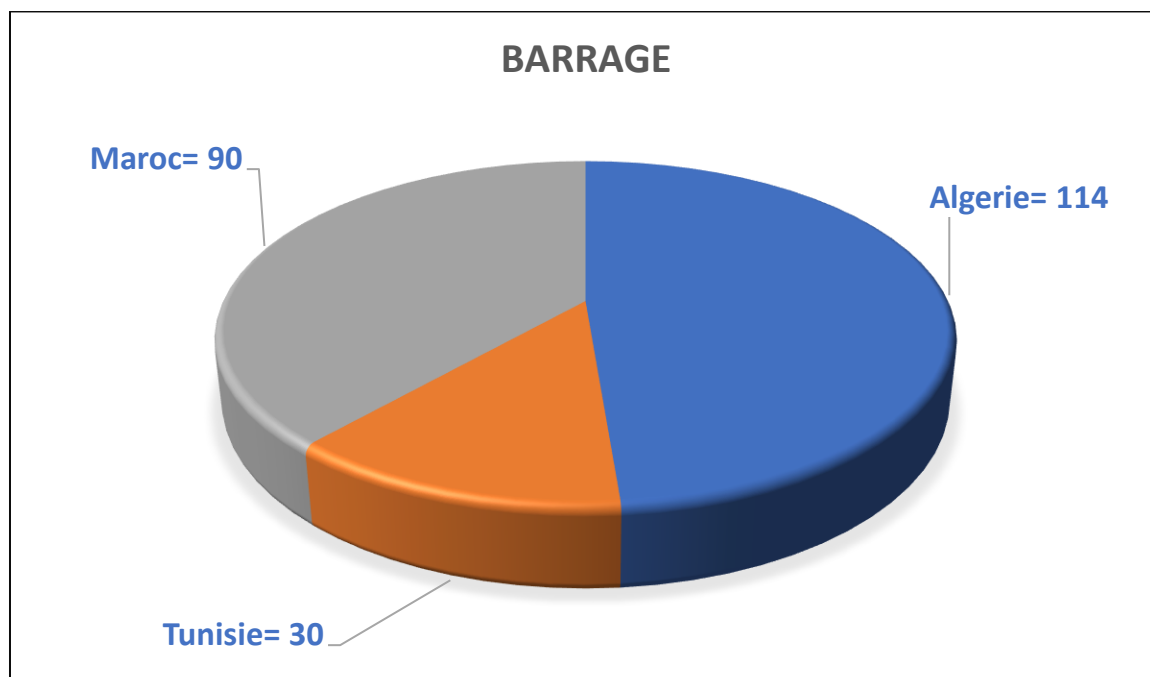


Figure 1.1. Nombre de barrages en Afrique du nord (Remini 2003)

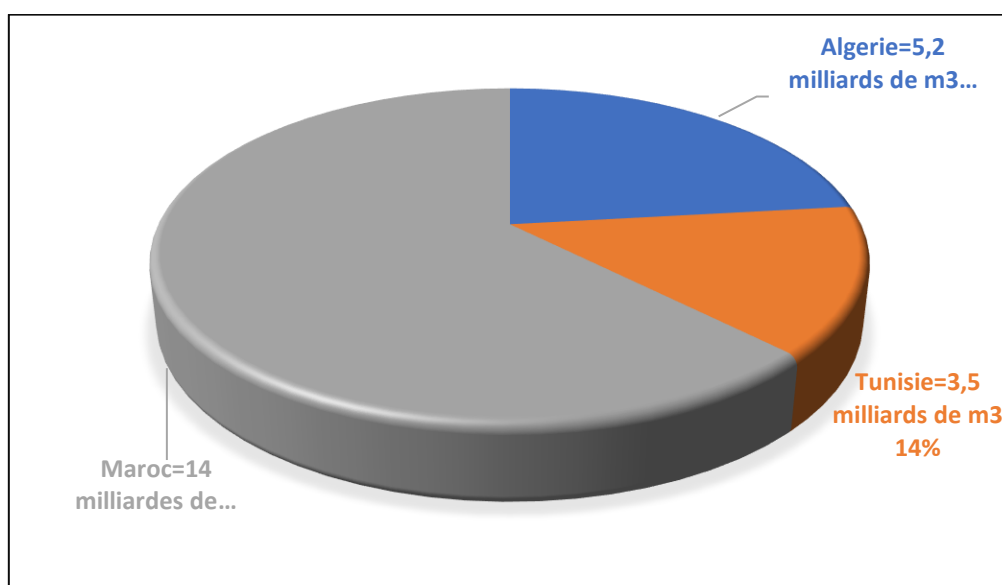


Figure 1.2. Capacité de stockage en Afrique du nord (Remini 2003)

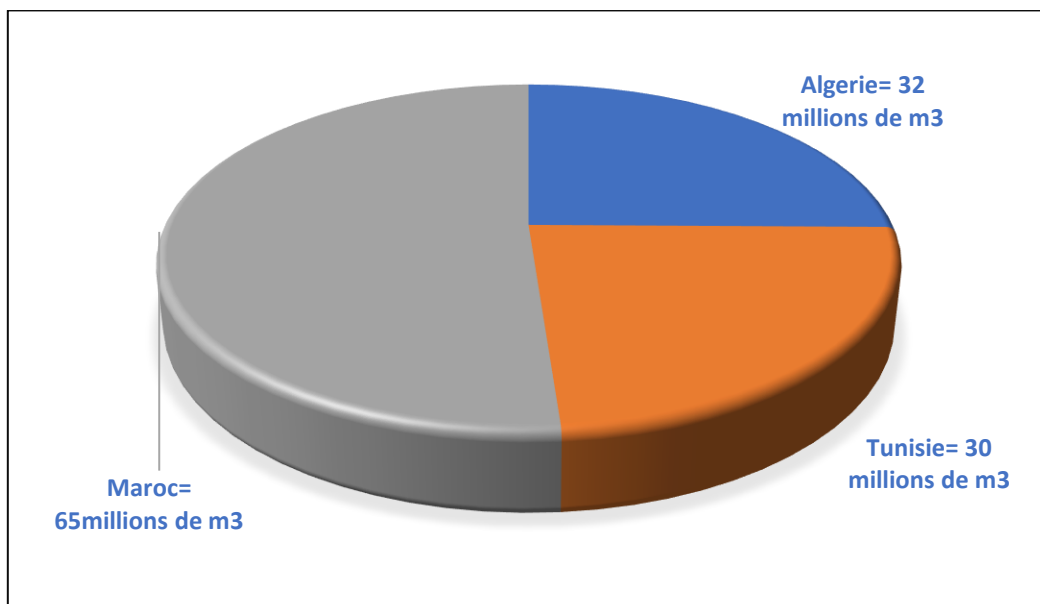


Figure 1.3. Envasement annuel en Afrique du nord (Remini 2003)

1.2. Processus de la sédimentation

L'envasement des barrages s'effectue selon le processus décrit par Remini (1990) qui se compose de 4 étapes (fig. 1.4).

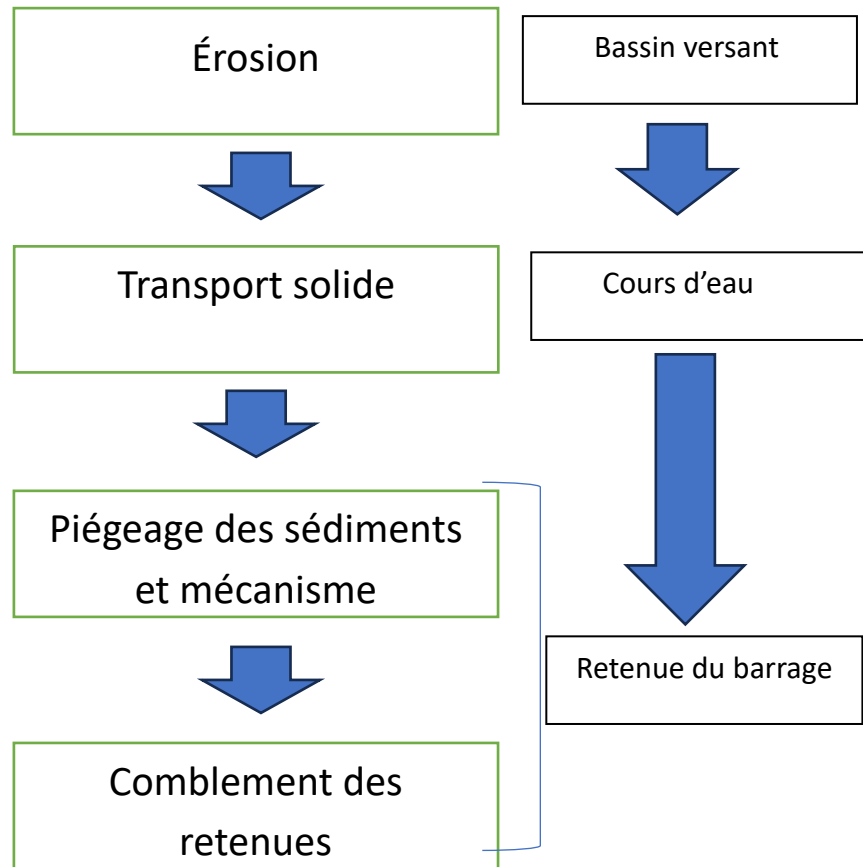


Figure 1.4. Processus de l'envasement des barrages (Remini 1999)

1.2.1. Érosion des bassins versants

L'érosion est la première étape du processus de transport des sédiments. Elle se produit lorsque les particules de sol sont détachées de la surface terrestre sous l'action de l'eau, du vent ou des activités humaines. Les facteurs influençant l'érosion incluent la pente du terrain, la nature du sol, la couverture végétale et les précipitations. Par exemple, les zones montagneuses avec des pentes abruptes sont plus sujettes à l'érosion hydrique, tandis que les sols limoneux ou argileux sont plus facilement érodés que les sols sableux (Walling, 2006).

1.2.2. Transport solide

Une fois détachées, les particules de sol sont transportées par les cours d'eau. Comme l'indique la figure 1.5 le transport des sédiments peut se faire sous différentes formes :

- ✓ Transport en suspension : Les particules fines (vase, limon) sont maintenues en suspension dans l'eau en raison de leur faible poids et de la turbulence de l'eau.
- ✓ Transport par saltation : Les particules plus grosses (sable) se déplacent par bonds le long du lit de la rivière.
- ✓ Transport par roulement : Les particules les plus grosses (galets) roulent ou glissent sur le fond du cours d'eau.

La capacité de transport des sédiments dépend de la vitesse de l'eau, du débit et de la granulométrie des particules. Selon les études de Julien (2010), les rivières à fort débit peuvent transporter des quantités importantes de sédiments, mais ces dernières se déposent rapidement lorsque la vitesse de l'eau diminue. (Julien 2010)

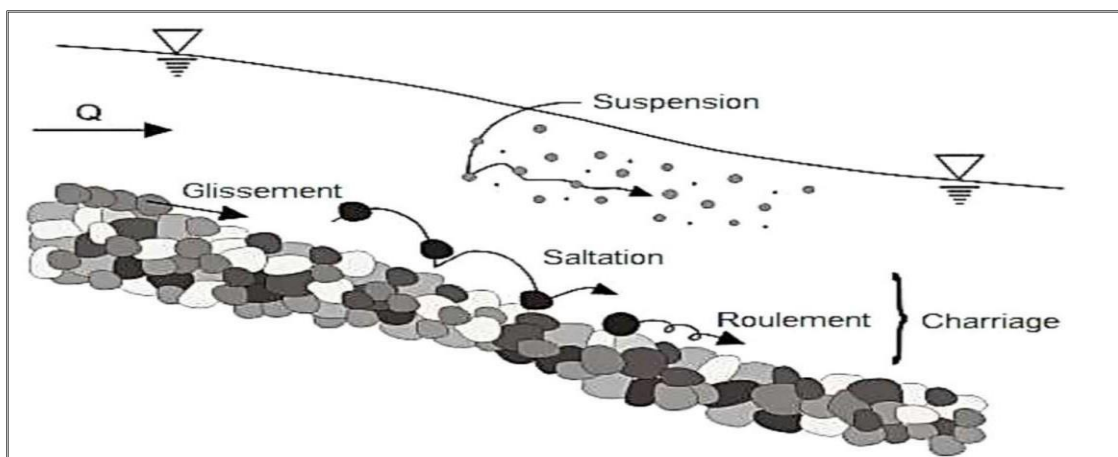


Figure 1.5. Modes de transport solide (Abdellah Boushaba, 2015)

1.2.3. Piégeage des sédiments et mécanisme de sédimentation

Lorsque la crue atteint les eaux calmes du réservoir, les matériaux les plus grossiers se déposent rapidement dans la zone de remous, formant un delta à l'amont de la retenue. Les particules plus fines, quant à elles, sont retenues dans le réservoir, où elles commencent à se déposer progressivement, à se tasser, puis à se consolider, entraînant une réduction progressive de la capacité de stockage en eau (Remini, 2003).

Dans les cas où la concentration en sédiments est très élevée, les particules fines ne restent pas en suspension : elles plongent vers le fond du réservoir et s'y déplacent sous forme de courants de densité (fig. 1.6). La forme allongée en canal de nombreux réservoirs en Afrique du Nord favorise la propagation de ces courants jusqu'au pied du barrage (fig. 1.7).

En l'absence d'ouvertures adéquates ou de vidanges régulières, les sédiments transportés par ces courants finissent par se déposer, se tasser, et se compacter, en fonction de leur nature et des conditions physico-chimiques du milieu. Une fois consolidés, ces dépôts peuvent rendre difficile leur évacuation ultérieure, surtout si les manœuvres d'ouverture des vannes sont retardées (Remini, 2003).

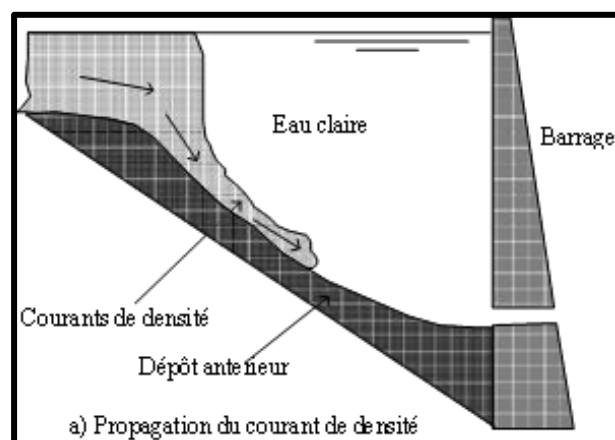


Figure 1.6. Propagation d'un courant de densité. (Remini,2003)

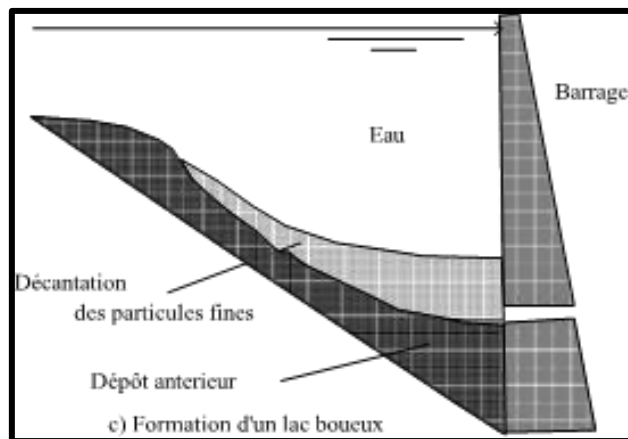


Figure 1.7. Quelques exemples des retenues de type « canal » (Remini,2003)

1.2.4. Dépôt des sédiments

Le dépôt des sédiments se produit lorsque la capacité de transport de l'eau diminue, généralement dans des zones de faible énergie telles que les réservoirs, les lacs ou les zones de confluence des rivières. Dans les barrages, les sédiments transportés par les cours d'eau sont piégés dans le réservoir, où ils s'accumulent progressivement. Ce processus est influencé par la taille des particules, la profondeur de l'eau et la vitesse de décantation (Morris & Fan, 1998).

1.2.5. Compaction et consolidation

Une fois déposés, les sédiments peuvent se compacter et se consolider sous l'effet de leur propre poids et de la pression de l'eau. Cela conduit à la formation de couches de vase et de limon qui peuvent devenir relativement stables au fil du temps. Cependant, cette consolidation peut également rendre difficile l'évacuation des sédiments par des méthodes de dragage (Basson, 2009).

1.3. Facteurs influençant l'accumulation des sédiments dans les barrages

L'accumulation des sédiments dans les barrages est influencée par une variété de facteurs naturels et anthropiques. Ces facteurs peuvent être classés en plusieurs catégories :

1.3.1. Facteurs naturels

1.3.1.1. Géologie et topographie

La nature des roches et des sols dans le bassin versant influence la quantité et le type de sédiments produits. Les zones montagneuses avec des pentes abruptes sont plus sujettes à l'érosion et au transport de sédiments grossiers, tandis que les zones plates favorisent le dépôt de sédiments fins (Walling, 2006).

1.3.1.2. Climat

Les précipitations, en particulier les pluies intenses, jouent un rôle crucial dans l'érosion des sols et le transport des sédiments. Les régions avec des saisons des pluies marquées sont plus susceptibles de connaître des taux d'envasement élevés. Par exemple, dans les régions tropicales, les pluies de mousson peuvent entraîner une érosion accrue et un transport massif de sédiments vers les réservoirs (FAO, 2011).

1.3.1.2. Hydrologie

Le débit des cours d'eau, la vitesse de l'eau et la capacité de transport des sédiments sont des facteurs clés. Les rivières à débit élevé peuvent transporter plus de sédiments, mais elles peuvent également les déposer rapidement lorsque le débit diminue. Les variations saisonnières du débit influencent également la dynamique des sédiments (Julien, 2010).

1.3.1.3. Végétation

La couverture végétale joue un rôle protecteur en réduisant l'érosion des sols. Les zones déboisées ou avec une faible couverture végétale sont plus sujettes à l'érosion et à l'envasement. Selon une étude de la FAO (2011), la déforestation peut augmenter les taux d'érosion jusqu'à 10 fois par rapport aux zones forestières intactes. (FAO ,2011)

1.3.2. Facteurs anthropiques

1.3.2.1. Activités agricoles

L'agriculture intensive, en particulier sur les pentes, augmente l'érosion des sols en raison du labour et de la suppression de la couverture végétale. Les pratiques agricoles non durables, telles que la monoculture et l'utilisation excessive d'engrais, peuvent entraîner une augmentation significative du transport de sédiments vers les cours d'eau (Walling, 2006).

1.3.2.2. Déforestation

La coupe des forêts pour l'agriculture, l'urbanisation ou l'exploitation forestière expose les sols à l'érosion. Les racines des arbres jouent un rôle important dans la stabilisation des sols, et leur suppression augmente le risque d'érosion. Selon une étude de la Banque mondiale (2006), la déforestation est l'une des principales causes de l'augmentation des taux d'envasement dans les réservoirs.

1.3.2.3. Urbanisation

Le développement urbain augmente l'imperméabilisation des sols, ce qui réduit l'infiltration de l'eau et augmente le ruissellement. Cela conduit à une augmentation du transport de sédiments vers les cours d'eau et les réservoirs. Les chantiers de construction et les infrastructures urbaines mal gérées peuvent également contribuer à l'érosion des sols (Morris & Fan, 1998).

1.3.2.3. Exploitation minière :

Les activités minières, en particulier l'extraction de matériaux dans les lits des rivières, peuvent augmenter la quantité de sédiments en suspension dans l'eau. Les déchets miniers peuvent également contribuer à l'envasement des réservoirs. Par exemple, dans certaines régions d'Afrique, l'exploitation minière illégale a entraîné une augmentation significative des taux d'envasement (Banque mondiale, 2006).

1.4. Conséquences de l'envasement

1.4.1. Réduction de la capacité de stockage

L'envasement réduit la capacité de stockage des réservoirs et des barrages, limitant leur efficacité pour l'irrigation, l'approvisionnement en eau et la production d'énergie. Par exemple, le barrage des Trois Gorges en Chine perd environ 1 % de sa capacité de stockage chaque année en raison de l'envasement, selon une étude de l'Université de Wuhan (2021).

1.4.2. Impact sur la production d'énergie hydroélectrique

L'accumulation de sédiments dans les turbines réduit leur efficacité et augmente les coûts de maintenance. Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE, 2020), l'envasement coûte chaque année des milliards de dollars en pertes de production d'énergie hydroélectrique.

1.4.3. Dégradation de la qualité de l'eau

L'envasement augmente la turbidité de l'eau, réduisant la pénétration de la lumière et affectant les écosystèmes aquatiques. Selon une étude de l'UNESCO (2019), cela peut entraîner la disparition d'espèces végétales et animales sensibles.

1.4.4. Coûts économiques et environnementaux

Les coûts économiques de l'envasement incluent la perte de terres agricoles, la réduction des stocks de poissons et les dépenses de dragage. Selon un rapport de la Banque mondiale (2020), ces coûts peuvent atteindre plusieurs milliards de dollars par an à l'échelle mondiale. (Banque mondiale, 2020)

1.5. Solutions pour lutter contre l'envasement

1.5.1 Solutions techniques

1.5.1.1. Dragage

Le dragage est une méthode couramment utilisée pour retirer les sédiments accumulés dans les cours d'eau, les lacs et les réservoirs. Comme l'illustre la figure 1.8 cette technique consiste à extraire les sédiments à l'aide de machines spécialisées, comme les dragues à godets ou les dragues aspirantes.

- **Avantages :**

- Permet de restaurer la capacité de stockage des réservoirs.
- Améliore la navigation en maintenant les voies navigables ouvertes.
- Réduit les risques d'inondation en augmentant la capacité des cours d'eau.

- **Limites :**

- Coûts élevés : le dragage peut coûter entre 5 et 20 dollars par mètre cube de sédiments, selon la complexité des opérations (US Army Corps of Engineers, 2020).

- Impact environnemental : le dragage peut perturber les écosystèmes aquatiques et libérer des polluants piégés dans les sédiments.
- Solution temporaire : sans mesures préventives, les sédiments s'accumulent à nouveau rapidement.



Figure 1.8. Dragage suceuse- refouleuse Rezoug Youcef au cours du dévasement de la retenue de Zardezas (Remini,1997)

Exemple concret :

Le barrage de Sanmenxia, sur le fleuve Jaune en Chine, a dû faire face à une accumulation massive de sédiments. Depuis sa construction dans les années 1960, plus de 1,6 milliard de tonnes de boues se sont accumulées, réduisant sa capacité de stockage de plus de 60 %. Des opérations de dragage intensives ont été menées, enlevant des millions de tonnes de sédiments par an pour restaurer la capacité du réservoir. (International Water Power & Dam Construction,2018)

1.5.1.2. Bassins de décantation

Les bassins de décantation sont des structures conçues pour capturer les sédiments avant qu'ils n'atteignent les cours d'eau ou les réservoirs. Ils fonctionnent en ralentissant le flux d'eau, permettant aux particules de sédiments de se déposer au fond du bassin (fig 1.9, fig 1.10 et fig 1.11)

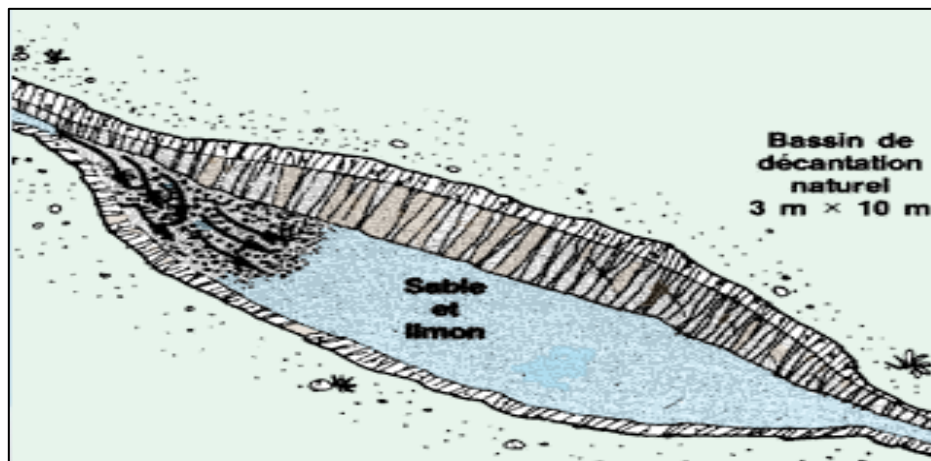


Figure 1.9. Bassin de décantation naturelle (FAO,2002)

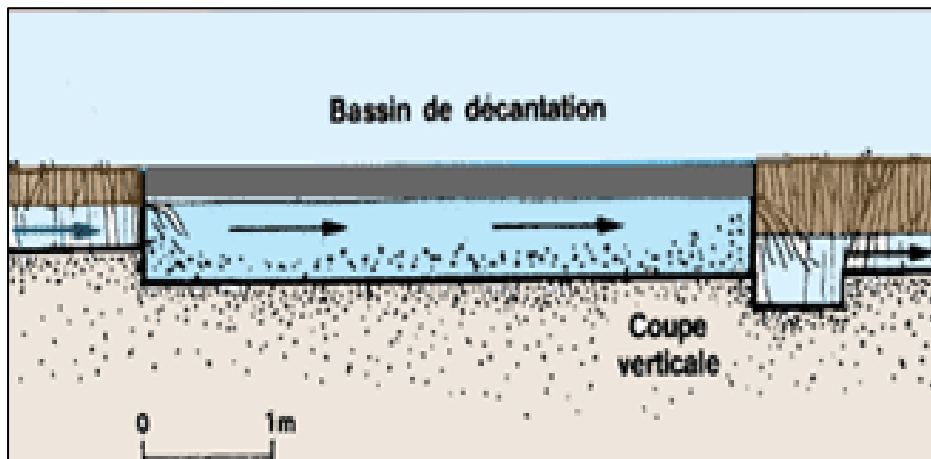


Figure 1.10. Bassin de décantation (FAO,2002)

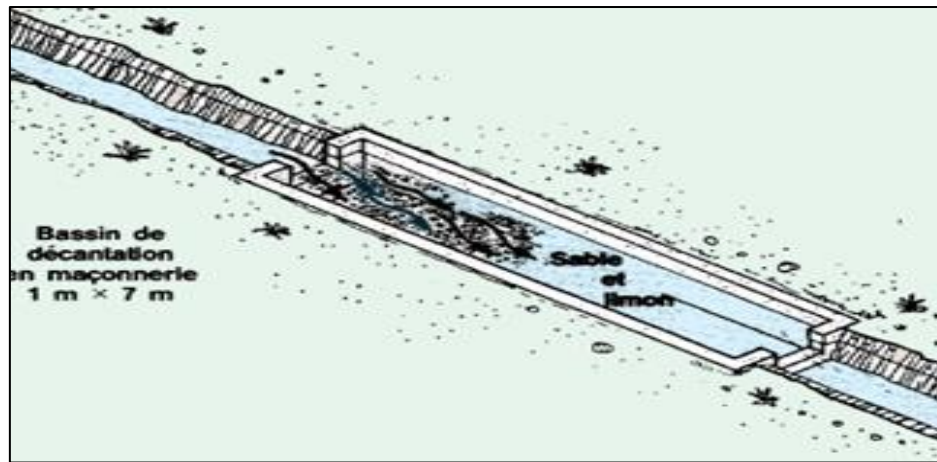


Figure 1.11 Bassin de décantation en maçonnerie (FAO,2002)

- **Avantages :**
 - Réduction significative de la charge sédimentaire dans les cours d'eau.
 - Coûts relativement faibles par rapport au dragage.
 - Peut être intégré dans les systèmes de gestion des eaux pluviales.
- **Limites :**
 - Nécessite un entretien régulier pour évacuer les sédiments accumulés.
 - Efficacité limitée en cas de fortes précipitations ou de crues.

Exemple :

En Chine, des bassins de décantation ont été installés en amont du barrage des Trois Gorges pour réduire l'envasement. Ces bassins capturent environ 30 % des sédiments avant qu'ils n'atteignent le réservoir (China Three Gorges Corporation, 2020).

1.5.1.3. Vidanges

Les vidanges consistent à libérer les sédiments accumulés dans les barrages en ouvrant temporairement les vannes pour créer un flux d'eau suffisamment puissant pour emporter les sédiments.

- **Avantages :**

- Restaure la capacité de stockage des réservoirs.
- Moins coûteux que le dragage.

- **Limites :**

- Peut perturber les écosystèmes en aval en libérant une grande quantité de sédiments.
- Nécessite une planification minutieuse pour minimiser les impacts environnementaux.

Exemple :

Le barrage de la Grande Dixence en Suisse utilise des vidanges contrôlées pour gérer l'accumulation de sédiments. Ces opérations sont réalisées tous les 5 à 10 ans et permettent de réduire l'envasement de 50 % tel qu'indiqué sur les figures 1.12 et 1.13 (Swiss Federal Office of Energy, 2021).



Photo 1.12. Vidange contrôlée du barrage de la Grande Dixence (RTS,2017)



Figure 1.13. Barrage de la Grande Dixence (ivresse-dailleurs,2024)

1.6. Gestion des bassins versants

1.6.1. Reboisement

Le reboisement consiste à planter des arbres et à restaurer la couverture végétale dans les bassins versants pour réduire l'érosion et l'envasement.

- **Avantages :**

- Stabilise les sols et réduit le ruissellement.
- Améliore la biodiversité et les services écosystémiques.
- Solution durable et peu coûteuse à long terme.

- **Limites :**

- Nécessite du temps pour que les arbres atteignent une taille suffisante.
- Peut être difficile à mettre en œuvre dans les zones densément peuplées.

Exemple concret :

En Éthiopie, le projet de reboisement "Green Legacy" a permis de planter plus de 350 millions d'arbres en 2020, réduisant l'érosion des sols et l'envasement des cours d'eau Comme le présente la figure 1.14. (FAO, 2021).



Figure 1.14. Projet de reboisement "Green Legacy" en Éthiopie.

1.6.2. Pratiques agricoles durables

Les pratiques agricoles durables, telles que l'agroforesterie, les cultures de couverture et le terrassement, réduisent l'érosion des sols et l'envasement.

- **Agroforesterie** : Intégration d'arbres dans les systèmes agricoles pour stabiliser les sols.
- **Cultures de couverture** : Plantation de végétation entre les cultures principales pour protéger le sol.
- **Terrassement** : Aménagement de terrasses pour réduire le ruissellement sur les pentes.

Exemple

Au Brésil, l'adoption de pratiques agroforestières dans les plantations de café a réduit l'érosion des sols de 60 % et amélioré la qualité de l'eau dans les bassins versants comme elle illustre la figure 1.16 (World Agroforestry Centre, 2020).



Figure1.16. Agroforesterie dans une plantation de café au Brésil.

1.7. L'envasement dans le monde

1.7.1. L'envasement des barrages en France

En France, l'envasement des barrages est un enjeu important pour la gestion des ressources en eau. Bien que moins critique que dans les régions arides, ce phénomène affecte la capacité de stockage des réservoirs et entraîne des coûts d'entretien élevés. Le taux d'envasement des barrages français est estimé en moyenne à 0,1 % à 0,3 % de leur capacité totale par an, ce qui représente une perte annuelle de 1 à 3 millions de m³ de stockage à l'échelle nationale. Cette accumulation de sédiments est principalement due à l'érosion des sols causée par l'agriculture intensive, la déforestation et l'urbanisation, ainsi qu'aux effets du changement climatique, qui augmentent la fréquence des pluies intenses et des inondations. L'envasement réduit non seulement la capacité des barrages, mais aussi leur durée de vie et leur efficacité pour la production hydroélectrique et l'irrigation. (OFB,2015)

Exemple concret : Le barrage de Serre-Ponçon et les solutions mises en œuvre

Le barrage de Serre-Ponçon, situé dans les Hautes-Alpes, est l'un des plus grands barrages de France représenté dans la figure 1.17 et illustre bien la problématique de l'envasement. Ce barrage, essentiel pour la production hydroélectrique, l'irrigation et le tourisme, voit sa capacité de stockage réduite en raison de l'accumulation de sédiments. Pour lutter contre ce phénomène, plusieurs solutions ont été mises en œuvre :

- **Gestion des bassins versants** : Des mesures de lutte contre l'érosion, comme le reboisement et l'aménagement des terres agricoles, ont été adoptées en amont du barrage.
- **Dragage** : Des opérations de dragage sont régulièrement réalisées pour enlever les sédiments accumulés dans le réservoir.

- **Restauration des zones humides :** Les zones humides en amont du barrage sont restaurées pour capter naturellement les sédiments avant qu'ils n'atteignent le réservoir.

Ces actions ont permis de ralentir l'envasement et de préserver les fonctions du barrage. (Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse)



Figure 1.17. Le barrage de Serre-Ponçon (SerrePonçon,2014)

1.7.2. L'envasement des barrages aux États-Unis d'Amérique

Aux États-Unis, l'envasement des barrages est un problème majeur qui affecte la gestion des ressources en eau et la production hydroélectrique. Le taux d'envasement varie selon les régions et les bassins versants, mais il est estimé en moyenne à 0,2 % à 0,5 % de la capacité totale des réservoirs par an. Cela représente une perte annuelle de 1 à 2 milliards de m³ de capacité de stockage à l'échelle nationale. Les principales causes de l'envasement incluent l'érosion des sols due à l'agriculture intensive, la déforestation, les activités minières et les phénomènes météorologiques extrêmes, tels que les ouragans et les inondations. L'envasement réduit non

seulement la capacité des barrages, mais aussi leur durée de vie, tout en augmentant les coûts de maintenance et de dragage (EPA,2018).

Exemple concret : Le barrage de Fort Peck et les solutions mises en œuvre

Le barrage de Fort Peck, situé sur la rivière Missouri dans le Montana, est l'un des plus grands barrages des États-Unis et illustre bien la problématique de l'envasement. Ce barrage, essentiel pour la production hydroélectrique, le contrôle des inondations et l'irrigation, est confronté à une accumulation importante de sédiments. Pour lutter contre ce phénomène, plusieurs solutions ont été mises en place :

- **Barrages de sédimentation** : Des petits barrages ont été construits en amont pour capturer les sédiments avant qu'ils n'atteignent le réservoir principal.
- **Dragage** : Des opérations de dragage sont régulièrement réalisées pour enlever les sédiments accumulés dans le réservoir.
- **Programmes de conservation des sols** : Des initiatives de reboisement et de pratiques agricoles durables ont été mises en œuvre pour réduire l'érosion dans les bassins versants.

Ces mesures ont permis de ralentir l'envasement et de prolonger la durée de vie du barrage (US Army Corps of Engineers Bureau of Reclamation.).

1.7.3. L'envasement des barrages en Iran

En Iran, l'envasement des barrages est un problème critique en raison du climat aride, de la dégradation des sols et des pratiques agricoles intensives. Le taux d'envasement est estimé à 0,5 % à 1 % de la capacité totale des réservoirs par an, ce qui représente une perte annuelle de 40 à 60 millions de m³ de capacité de stockage. Cette accumulation de sédiments est principalement due à l'érosion des sols causée par la déforestation, la

désertification et les précipitations irrégulières. Les barrages iraniens, essentiels pour l'approvisionnement en eau, l'irrigation et la production hydroélectrique, voient leur durée de vie et leur efficacité réduites, menaçant la sécurité hydrique du pays. (IWRM).

Exemple concret : Le barrage de Dez et les solutions mises en œuvre Le barrage de Dez, situé dans la province du Khuzestan, est l'un des plus grands barrages d'Iran et un exemple emblématique de l'envasement. Comme le présente la figure 1.18. Ce barrage, crucial pour l'irrigation, la production hydroélectrique et l'approvisionnement en eau, a perdu une partie significative de sa capacité en raison de l'accumulation de sédiments. Pour lutter contre ce phénomène, plusieurs solutions ont été mises en œuvre:

- **Reboisement** : Des projets de reboisement ont été lancés dans les bassins versants pour réduire l'érosion des sols.
- **Barrages de sédimentation** : Des petits barrages ont été construits en amont pour capturer les sédiments avant qu'ils n'atteignent le réservoir principal.
- **Dragage** : Des opérations de dragage ont été réalisées pour enlever les sédiments accumulés dans le réservoir.

Ces mesures ont permis de ralentir l'envasement et de prolonger la durée de vie du barrage. Cependant, le problème persiste en raison de l'ampleur des apports de sédiments. (FAO,2016)



Figure 1.18. Le barrage de Dez (Tripadvisor)

1.7.4. L'envasement des barrages au Soudan

Au Soudan, l'envasement des barrages est un problème majeur en raison de l'érosion des sols, de la déforestation et des pratiques agricoles non durables. Le taux d'envasement est estimé à environ 1 % de la capacité totale des réservoirs par an, ce qui représente une perte annuelle de 10 à 20 millions de m³ de capacité de stockage. Cette accumulation de sédiments est exacerbée par les crues du Nil et ses affluents, qui transportent d'importantes quantités de sédiments depuis les hauts plateaux éthiopiens. Les barrages soudanais, essentiels pour l'irrigation, la production hydroélectrique et l'approvisionnement en eau, voient leur durée de vie et leur efficacité réduites, menaçant la sécurité hydrique et alimentaire du pays. (Banque Mondiale - Projets au Soudan).

Exemple concret : Le barrage de Roseires et les solutions mises en œuvre

Le barrage de Roseires, situé sur le Nil Bleu, est l'un des plus importants barrages du Soudan et illustre bien la problématique de l'envasement. Comme le présente la figure 1.19. Ce barrage,

crucial pour l'irrigation et la production hydroélectrique, est fortement touché par l'accumulation de sédiments, réduisant sa capacité de stockage et menaçant sa durabilité. Pour lutter contre ce phénomène, plusieurs solutions ont été mises en place :

- **Reboisement** : Des projets de reboisement ont été lancés dans les bassins versants pour réduire l'érosion des sols.
- **Barrages de sédimentation** : Des petits barrages ont été construits en amont pour capturer les sédiments avant qu'ils n'atteignent le réservoir principal.
- **Coopération internationale** : Le Soudan collabore avec l'Éthiopie et d'autres pays du bassin du Nil pour une gestion transfrontalière des sédiments.

Ces mesures ont permis de ralentir l'envasement, mais des efforts supplémentaires sont nécessaires pour préserver la capacité du barrage. (Banque Mondiale - Projets au Soudan).



Figure 1.19. Le barrage de Roseires Soudan (RFI,)

Conclusion

L'envasement représente une menace réelle pour la pérennité des barrages. Son contrôle nécessite des solutions techniques, une gestion préventive des bassins versants et une coopération entre acteurs. Le cas du barrage de Koudiat Acerdoune illustre l'urgence de telles mesures. Des actions coordonnées et durables peuvent freiner cette dégradation. Préserver nos ressources hydrauliques passe par une prise de conscience collective et des choix stratégiques efficaces.

CHAPITRE 2

Région d'étude et méthodologie de travail

Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons la région d'étude avec un focus particulier sur le barrage de Koudiat Acerdoune, situé sur l'oued Isser dans la wilaya de Bouira. Une description détaillée de l'ouvrage, ses caractéristiques hydrologiques, géologiques et topographiques sera abordée, permettant de mieux comprendre les conditions naturelles et techniques qui ont influencé sa conception et sa construction.

2.1. Présentation générale de la région d'étude

Le barrage de Koudiat Acerdoune est situé sur l'oued Isser, à une douzaine de kilomètres au sud de la ville de Lakhdaria, appartenant à la wilaya de Bouira. Il se trouve à environ 60 km à vol d'oiseau à l'est de la capitale algérienne Alger, Comme le présente la figure 2.1.

Les coordonnées Lambert du site sont :

- $X = 580,10$
- $Y = 354,70$
- $Z = 217,00$

La topographie du site est marquée par une gorge étroite formée par l'Horst de la rive gauche et la rive droite. La largeur réduite de la vallée (moins de 200 mètres) ainsi que les versants

abrupts et les affleurements rocheux favorables constituent un emplacement idéal pour la construction d'un barrage de grande hauteur.

Le bassin versant amont s'étend sur une superficie de 2 790 km² , suffisante pour alimenter un réservoir de grande capacité (plus de 400 millions de mètres cubes). Ce volume permet de transférer l'eau gravitairement vers Lakhdaria et la retenue de Keddara, destinée à l'irrigation de la plaine de la Mitidja et des périmètres agricoles du Bas-Issers, ainsi qu'à l'alimentation en eau potable de la population algéroise.



Figure 2.1. Barrage de koudiat acerdoune (ANBT,2017)

2.1.1 Organismes impliqués dans le projet

- Bureau d'étude et de contrôle des travaux : Coyne et Bellier (ingénieurs conseils)
- Entreprise exécutante : RAZEL

2.2. Caractéristiques hydrologiques

Les caractéristiques de bassin versant de barrage de Koudiat Acerdoune sont représentés par le tableau 2.1 et les figures 2.2 et 2.3.

Tableau 2.1. Caractéristiques hydrologiques (ANBT,2017)

Paramètre	Valeur
Surface du bassin versant	2 790 km ²
Longueur de l'oued amont	122 km
Pente moyenne	1,13 %
Précipitation annuelle moyenne	565 mm/an
Température moyenne annuelle	16 °C
Évaporation annuelle	1 260 mm/an
Apport moyen interannuel	220 hm ³ /an
Apport solide annuel	4,2 hm ³ /an (1 500 t/km ² /an)
Surface de la retenue	18 km ²



Figure 2.2. Une vue du lac du barrage de Koudiet Acerdoune (Remini, 2016)



Figure 2.3. Vue d'une partie du Bassin versant du barrage Koudiat Acerdoune (Remini,2017)

2.3. Caractéristiques du barrage

Il s'agit d'un barrage poids en béton compacté au rouleau (BCR).ses principales caractéristiques sont représentées dans le tableau 2.2.

Tableau 2.2. Caractéristique des barrage (ANBT)

Paramètre	Valeur
Type	Barrage poids en BCR
Hauteur maximale au-dessus du terrain	101 m
Hauteur maximale au-dessus de la fondation	121 m
Longueur en crête	425 m
Largeur maximale au niveau du terrain naturel	102 m
Cote de la crête	321 m

Niveau normal (RN)	311 m
Niveau des plus hautes eaux (PHE)	319.64 m
Niveau minimum d'exploitation	247 à 260 m
Volume total de la retenue	640 hm ³
Volume utile	520 hm ³
Volume de la tranche morte	120 hm ³

Ce volume permet de stocker l'eau nécessaire à l'irrigation de la plaine de la Mitidja et des périmètres agricoles du Bas-Issers, ainsi qu'à l'alimentation en eau potable de la population algéroise.

2.4. Évacuateur de crues

L'évacuateur de crues est de type déversoir de surface à seuil libre, comprenant un coursier et un saut de ski. Il est implanté au centre du barrage comme elle nous montre la figure 2.4, ses caractéristiques sont représentées dans le tableau 2.3

Tableau 2.3. Caractéristiques de l'évacuateur de crues (ANBT,2017)

Paramètre	Valeur
Localisation	Partie centrale du barrage
Longueur totale	142,20 m
Longueur utile	130,20 m (7 passes de 18,6 m)
130,20 m (7 passes de 18,6 m)	130,20 m (7 passes de 18,6 m) 7 000 m ³ /s (pour PHE à 319,64 m)



Figure 2.4. Évacuateur de crues (ANBT,2017)

2.5. Ouvrages annexes

Les ouvrages annexes du barrage de Koudiat Acerdoune comprennent principalement la tour de prise Comme le présente la figure 2.5, le pont-route et le pertuis de dérivation. La tour de prise, inclinée et équipée de plusieurs niveaux de captage, permet d'alimenter les réseaux d'eau potable et d'irrigation. Le pont-route assure la circulation au-dessus du barrage, tandis que le pertuis de dérivation permet le passage contrôlé des eaux en période de crue ou lors des travaux d'entretien.

Tour de prise et pont-route

- Hauteur : 124 m
- Section : 14 x 14 m
- Inclinaison par rapport à la verticale : 20°

Pertuis de dérivation

- Section : 8 x 8 m

- Longueur approximative : 285 m

Pont-route

- Longueur : 144,20 m
- Nombre de travées : 7



Figure 2.5. Tour de prise et pont-route (ANBT,2017)

2.6. Géologie du site

La géologie du site est complexe, typique de la région de l'Atlas nord-africain, marquée par un contexte tectonique actif. Le site est situé dans une zone de flexure liée aux chevauchements régionaux. Les failles inverses, qui affectent les formations géologiques, présentent une composante de cisaillement dextre orientée est-ouest, entraînant une déformation des couches géologiques selon des décrochements de cette direction. (ANBT,2017)

Une faille située à la base de la rive gauche, légèrement en amont, illustre ce type de mouvement.

2.7. Historique de la construction

Le projet du barrage de Koudiat Acerdoune a été lancé en 2002, avec la signature du marché confié à l'entreprise RAZEL (France), en association avec son sous-traitant CMC (Italie). (ANBT)

2.7.1 Principales étapes de la construction

- 2002 : Signature du contrat.
- Mars 2003 : Un petit glissement de terrain se produit lors des premières opérations en rive gauche.
- 23 juin 2003 : Glissement important (46 m de haut) dans le bas de la rive gauche amont. Suite au séisme du 21 mai 2003, le projet est revu pour tenir compte des risques sismiques accrus.
- 25 août 2003 : Un autre glissement se produit en aval côté rive gauche.

2.7.2 Mesures correctives prises

- Adoucissement des talus de la rive gauche à une pente de 1,3 H/1 V
- Mise en place d'ancrages profonds sur toutes les risbermes entre les cotes 217 m et 257m
- Renforcement de la plateforme à la cote 310 m par des ancres supplémentaires
- Protection des talus par béton projeté et treillis soudé

Le barrage a été mis en eau en 2008, après six années de travaux intensifs. Depuis, plusieurs études et interventions ont été réalisées pour assurer la stabilité et la sécurité de l'ouvrage :

- Contrôles topométriques de haute précision (Bureau SET Handassa)
- Levé bathymétrique effectué par le Laboratoire des Études Maritimes (LEM) en 2014
- Travaux de confortement menés par RAZEL en 2014
- Réparation du glissement de la rive droite (période : 2012–2014)
- Injection dans les galeries 285 et 258 en rive droite (2013)

2.8. Caractéristique de barrage

D'une capacité initiale de 640 millions de m³, le barrage de Koudiat Acerdoune est de type béton poids. Il a été mis en service en 2008. Il est destiné à l'alimentation d'eau potable et l'irrigation. Les principales caractéristiques sont résumées dans le tableau 2.3.

Tableau 2.4 Barrage en chiffres (ANBT, 2017)

Année de construction	2002
Année de mise en eau	2008
Capacité totale	640 hm ³
Apport moyen interannuel	220 hm ³ /an
Évaporation annuelle	1 260 mm/an
Surface du bassin versant	2 790 km ²
Hauteur au-dessus de la fondation	121 m
Longueur du barrage	425 m

Cote Retenue Normale (RN)	311 m
Cote Plus Hautes Eaux (PHE)	319,64 m
Débit maximal évacuable	7 000 m ³ /s
Volume de terrassement	4,817 hm ³
Volume de béton	1,900 hm ³
Longueur totale des injections	126 000 ml

Conclusion

Ce chapitre a permis de présenter de manière claire et concise les principales caractéristiques du barrage de Koudiat Acerdoune ainsi que les données géographiques, hydrologiques et géologiques essentielles à la compréhension du site. Ces informations constituent une base solide pour aborder, dans les chapitres suivants, l'étude plus technique de l'ouvrage et de son comportement structural.

Evolution de l'envasement dans le barrage de Koudiat Acerdoune

Introduction

L'envasement un phénomène naturel qui affecte les barrages de stockage des eaux. Et beaucoup plus répondez dans les régions arides comme l'Algérie. Le suivi de ce phénomène s'avère une voie incontournable pour le coup prétention, la maitrise et la prévision des dépôts sédimentaires dans le futur et par conséquent la détermination de la durée de vie des ouvrages hydraulique.

3.1. Évolution de l'envasement du barrage Koudiat Acerdoune

3.1.1 Évolution de l'envasement suivant la profondeur

C'est en 2008 que le barrage de koudiat accerdoune a été mise en exploitation, soit une durée de 17 ans de service, durant cette période, des quantités de sédiment ont été déposés au fond de la retenue de ce barrage nous avons représenté sur la figure 3.1 l'évolution de l'envasement en fonction de la hauteur d'eau. Il est intéressant de constater que l'évolution des dépôts sédimentaire suit à une loi linéaire en fonction de la hauteur d'eau comme la confirme la figure 3.2 représentant le degré de l'envasement d'un barrage ceci peut être expliqué que le dépôt actuel est faible puisque le volume mort n'est pas encore comble. Les dépôts s'effectuent d'une façon uniforme sur toute la surface de fond de la retenue.

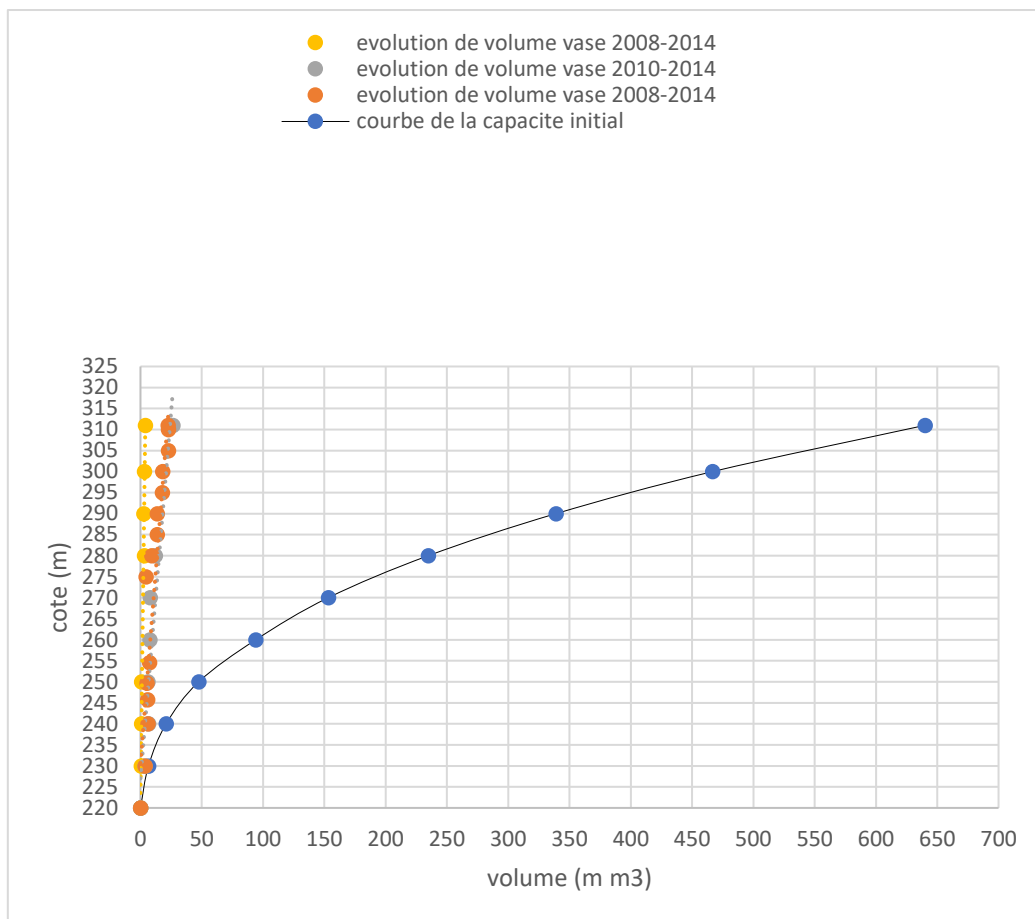


Figure 3.1. L'évolution de l'envasement dans le barrage Koudiat Acerdoune

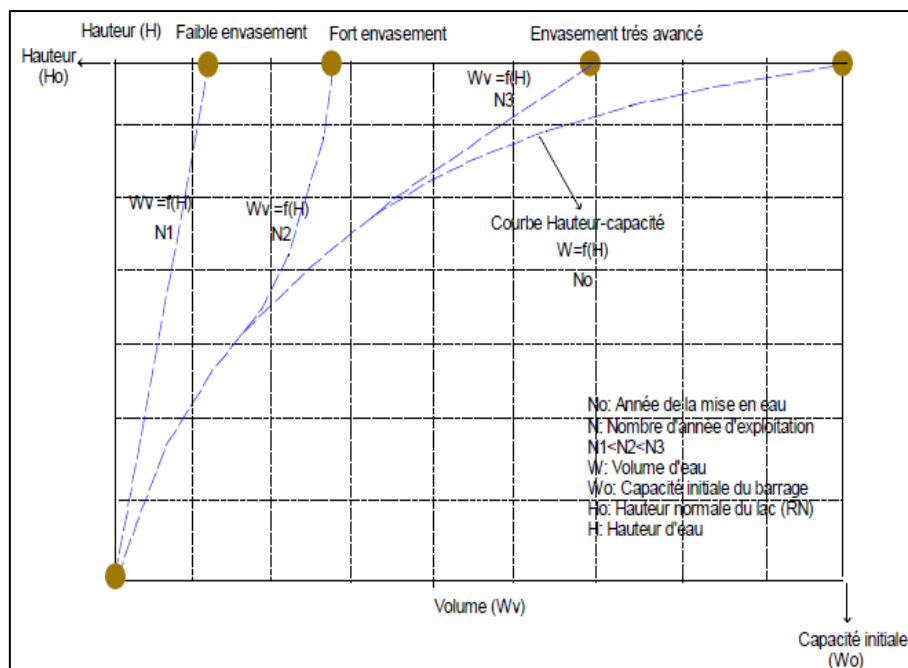


Figure 3.2. Graphe de degré d'envasement d'un barrage (Remini, 1997)

3.1.2. Évolution suivant le temps

Récemment mis en exploitation, seulement 2 campagnes de mesure de levés bathymétrique ont été effectués en 2010 et en 2014. Pour une bonne représentation de cette évolution temporaire de l'envasement, l'apport de la relation en fonction de temps d'exploitation des barrages Maghrébine devient indispensable pour combler l'absence des données des levés bathymétrique récents. La relation obtenue sur une soixantaine de levés bathymétrique effectuée sur les barrages repartis sur le territoire de l'Afrique de nord :

$$V / V_0 = 0,2573t + 0,7472$$

La figure 3.3 représente l'évolution temporaire de l'envasement de barrage de koudiat accerdoune. Il est intéressant de constater que l'évolution de suit une loi linéaire ce qui explique que l'envasement évolue mais avec un apport faible selon les tableaux représentant les classe de comblement des barrages, le barrage de koudiat accerdoune peut être classé comme barrage moyennement envaser.

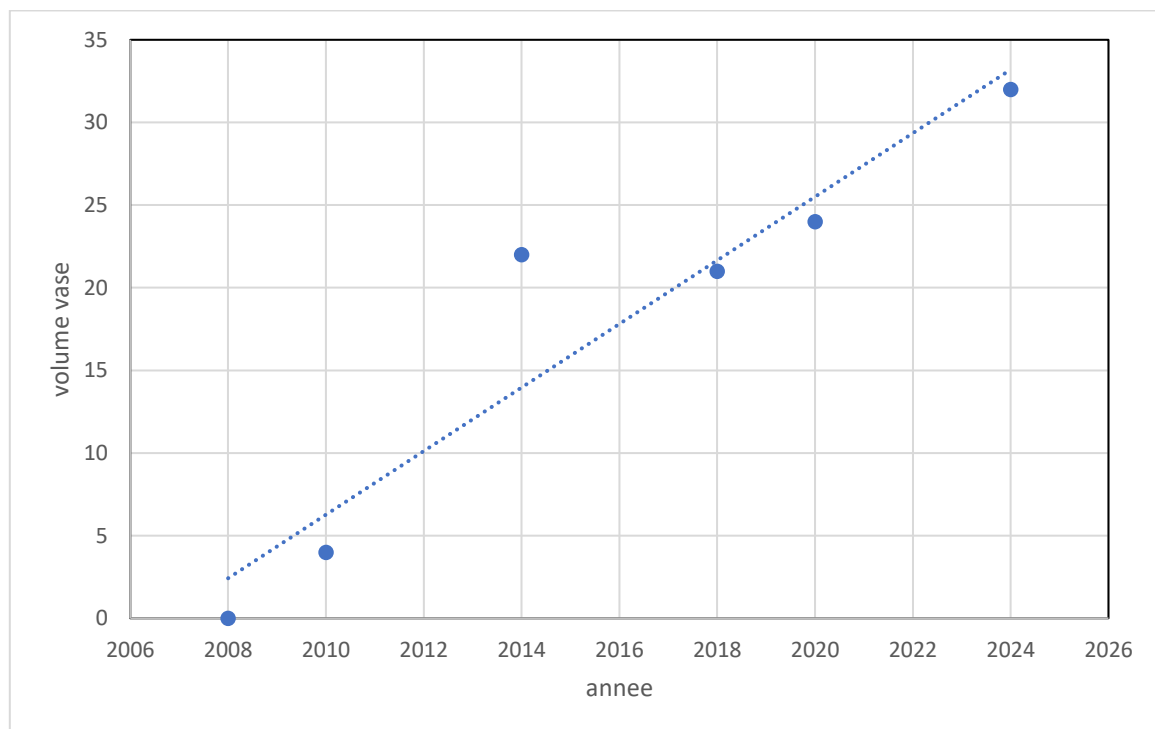


Figure 3.3. Évolution temporaire de l'envasement

Tableau 3.1. Classe des barrages vis-à-vis de l'envasement (Remini, 2017)

Classe	Type de barrage	Taux de comblement annuel η (%/an)
1	Fortement menacé par l'envasement	$\eta > 1$
2	Moyennement menacé par l'envasement	$0,5 > \eta > 1$
3	Faiblement menacé par l'envasement	$\eta < 0,5$

Tableau 3.2. Comblement d'un barrage (Remini, 2017)

Classification barrage vis-à-vis de l'envasement	Taux de comblement
Barrage fortement envasé	$WV / W_O > 20\%$
Barrage Moyennement envasé	$10 \% < WV / W_O < 20\%$
Barrage Faiblement envasé	$WV / W_O < 10\%$

3.2 Calcule du taux d'envasement

Le calcul du taux d'envasement d'un barrage était une étape importante dans la gestion des barrages au niveau de l'agence nationale des barrages. Ce coefficient doit être évalué chaque année sans oublier d'opérer des levées bathymétriques au niveau de chaque barrage à raison de 2 à 3 années. C'est grâce à ce lever que le taux d'embrasement a évalué. Plus la durée entre 2 levées et courtes plus la précision de ce coefficient devient meilleure. Connaître le taux d'envasement d'un barrage c'est connaître sa capacité réelle d'un barrage à chaque levée bathymétrique. Ce coefficient permet d'évaluer la durée de vie d'un barrage, le taux d'envasement donne aussi la sonnette d'alarme lorsqu'il est élevé c'est-à-dire à l'envasement pour passer au dévasement de ce barrage. En utilisant la formule de taux d'envasement ET Selon notre cas, nos calculs ont montré que le barrage de Koudiat Acerdoune enregistre un taux d'envasement moyen de 4,5 millions de m³ par an.

$$(V1-V2) / \Delta t$$

Où :

- $V1$ = Volume utile du barrage lors de la première levée bathymétrique (en m^3)
- $V2$ = Volume utile du barrage lors de la deuxième levée bathymétrique (en m^3)
- Δt = Intervalle de temps entre les deux levées (en années)

3.3 Durée de vie d'un barrage

Le barrage est le seul ouvrage d'art dont sa durée de vie dépend d'un paramètre extérieur qui est l'envasement. La durée de vie d'un barrage est un paramètre indispensable qu'on doit l'estimer même avant la construction de l'ouvrage, il permet de procéder à la réalisation du barrage dans lequel ou la durée est acceptable ou de procéder à l'aménagement de son bassin versant, ou tout simplement annuler le projet.

La connaissance de la durée de vie d'un barrage permet de donner à l'agence nationale des barrages et transport de procéder par ordre de priorité au déversement du barrage. Pour le cas de notre barrage qui est Koudiat Acerdoune le calcul de ce paramètre a été obtenu sur la base des 2 levées bathymétriques. La durée de vie de barrage est évaluée à 140 ans. Une durée de vie jugée acceptable, seulement la bonne gestion et le suivi permanent d'attendre cet âge.

$$D = W_0 / \mu$$

d : Durée de vie d'un barrages (année)

W_0 : Capacité initiale (million de m^3)

μ : Taux d'envasement (million de m^3 /année)

3.4. Allongement de la durée de vie de barrage

Aucune solution n'existe pour le phénomène de l'envasement des barrages. Nous ne nous pouvons pas arrêter définitivement les dépôts successifs des sédiments au fond des barrages puisqu'un barrage se réalisé sur le cheminement des particules solides représenté par l'oued. Cependant, il existe des méthodes pour accroître la durée de vie d'un barrage.

3.4.1. Une meilleure gestion

Il est impossible de solutionner le problème de l'envasement cependant un allongement de son âge est possible grâce à une meilleure gestion du barrage. À titre d'exemple les manœuvres des pertuis de vidange doivent s'effectuer en période de crue pour permettre d'évacuer les sédiments

vers l'extérieur. Le moment opportun pour ouvrir les vannes doit être maîtrisé afin d'évacuer le maximum de vase avec un minimum d'eau claire. Il ne faut pas oublier entre la théorie et le terrain c'est tout un monde totalement différent.

L'ouverture de la vanne de fond d'un barrage n'est pas une chose aussi simple, mais il faut la prendre en considération tous les paramètres possibles.

3.3.1 Aménagement du bassin versant

Dans son état actuelle le barrage de koudiat accerdoune reçoit un volume de sédiment de 4.5 m³/an ; un volume jugé moyen mais il doit être surveillé par des mesures périodiques des levés bathymétrique.

En parallèle l'aménagement de bassin versant de barrage doit opérer le plutôt possible. Des visites de tiretoire par des techniciens pour détection et le suivi de l'évolution des ravins après chaque crue devinent des opérations obligatoires. Des ravines jugées dangereuses doivent être aménagées par la réalisation des seuils en gabionnage pour corriger leur pente et par conséquent la vitesse de ruissellement sera beaucoup plus faible qu'avant. Dans ce cas l'érosion sera moins agressive et par conséquent il y'aura peu des sédiments qui peuvent attendre la retenue de barrage.

Conclusion

L'analyse de l'envasement du barrage de Koudiat Acerdoune montre une évolution progressive mais modérée des dépôts sédimentaires. Avec un taux moyen de 4,5 millions de m³/an, le barrage reste moyennement menacé. La durée de vie estimée à 140 ans reste acceptable, à condition d'un suivi rigoureux. La gestion des sédiments et l'aménagement du bassin versant sont indispensables pour préserver cette durabilité. Une stratégie proactive permettra d'assurer la pérennité de l'ouvrage.

Conclusion générale

L'envasement des barrages est un défi majeur pour la gestion durable des ressources en eau, en particulier dans les régions arides comme l'Algérie. À travers cette étude, nous avons mis en évidence les causes, les conséquences et les solutions possibles pour limiter ce phénomène. Le barrage de Koudiat Acerdoune, deuxième plus grand ouvrage hydraulique du pays, illustre parfaitement cette problématique, avec un taux moyen d'envasement de 4,5 millions de m³/an. Malgré cette contrainte, sa durée de vie est estimée à 140 ans, ce qui reste acceptable à condition de maintenir un suivi rigoureux et des interventions adaptées. Les levés bathymétriques périodiques s'imposent comme un outil indispensable pour surveiller l'évolution des dépôts sédimentaires. Parallèlement, l'aménagement du bassin versant constitue une stratégie essentielle pour limiter les apports solides. L'application de techniques telles que la correction torrentielle ou la végétalisation des ravins est vivement recommandée. Une gestion intégrée, associant mesures curatives et préventives, est indispensable pour préserver la capacité de stockage des barrages. Cette étude souligne également l'importance d'une politique nationale de lutte contre l'envasement, incluant la sensibilisation des acteurs locaux. En somme, assurer la durabilité de nos ouvrages hydrauliques nécessite une action collective, structurée et anticipée.

Références bibliographiques

Agence nationale des barrages et transferts (2014). Levés bathymétriques de onze barrages en exploitation : campagne de mesures du barrage de Koudiat Acerdoune. Rapport technique. Alger : Laboratoire d'Études Maritimes. 90 p.

Agence Nationale des Barrages et Transferts (2017). Document relatif au barrage de Koudiat Acerdoune, Rapport interne, 8 p.

Agence de l'eau rhône-méditerranée-corse (2015). Le barrage de Serre-Ponçon. <https://www.eaurmc.fr/serre-poncon>

Banque mondiale. (2020). Projets de gestion de l'envasement au Soudan. <https://www.worldbank.org/projects/sudan-siltation>.

FAO. (2011). Reboisement et lutte contre l'érosion. <https://www.fao.org/reboisement>

Hallouche O. et Remini B. (2005). Prévission de l'envasement dans les barrages des pays du Maghreb. Larhyss Journal, N° 04, Juin, pp.69-80.

Julien, Pierre Y. River Mechanics. Journal of Hydraulic Engineering, vol. 126, no. 6, 2010, p. 375-387.

Ministère des ressources en eau (2022). Barrage de Koudiat Acerdoune. <https://mre.gov.dz/koudiat-acerdoun> (consulté le 9 juillet 2025)

Morris, Gregory L., FAN, Jiahua (1998). Reservoir Sedimentation Handbook. Journal of Hydraulic Research, Vol. 36, No. 1, pp. 35-46.

Remini B. (2003). L'envasement des barrages en zones semi-arides. Alger : OPU, 2003. 214 p.
ISBN 978-9961-0-1234-5.
<http://www.beep.ird.fr/collect/bre/index/assoc/HASH6487.dir/20-165-171.pdf>

Remini B. (1997). Envasement des retenues de barrages en Algérie. Importance, mécanismes et moyen de lutte par la technique du soutirage. Thèse de Doctorat d'état, Ecole nationale polytechnique d'Alger, mars, 342p.

Remini B. (2017). Une nouvelle approche de gestion de l'envasement des barrages. Larhyss Journal, N°31, pp. 51-81.

Remini B., Kettab A., Hihat H. (1995). Envasement du barrage d'IGHIL EMDA (Algérie). Revue Internationale de l'eau: La Houille Blanche n° 2/3, pp.23-28

Remini B., Avenard J-M., Kettab A. (1996). Le barrage d'IGHIL EMDA (Algérie) I- Les courants de densité dans la retenue. Les Annales Maghrébines de l'Ingénieur, Tunis, avril, Vol. 10., 9 fig., 7 photos, pp.53-67.

Remini, B, Bouabibsa, R, Moudjed, K. (2019). Beni Haroun et Koudiat Acerdoune (Algérie): deux grands barrages algériens menacés par le phénomène de l'envasement. Larhyss Journal, No 45, pp. 131–151.

Unesco (2019). Impact de la turbidité sur la biodiversité aquatique. [en ligne]. 2019. Disponible sur: <https://unesco.org/aquatic-turbidity> (consulté le 9 juillet 2025)

Walling, Desmond E. (2006). Human impact on land–ocean sediment transfer by the world's rivers. *Geomorphology*, Vol. 79, No. 3-4, pp.192-216.