

UNIVERSITE 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:

Etude de l'envasement du barrage K'SOB

(Wilaya de M'silla)

Préparé par : SAADI Narimane

Devant le jury composé de :

Mr . BOUIKNI (President)

Mr . BENSAFIA (Examineur)

Mme. TAIBI (Examineur)

Mme. REMINI (Promotrice)

Promotion 2015 / 2016

Remerciements

Remerciement

Merci tout d'abord à Allah le tout puissant

Toute notre gratitude pour Mr.REMINI qui nous a aidés, encouragés durant toute cette période de travail, nous adressons nos vifs remerciements pour la pertinence de ces conseils et ces remarques pour sa gentillesse et sa présence.

*Nous remercions également notre promotrice Mm.REMINI pour son aide durant toute cette période de travail
Et pour ses judicieux conseils*

Nous présentons notre respect et nos sincères remerciements aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer notre travail

A l'ensemble des enseignants qui nous ont suivi durant notre cycle d'étude.

Nos remerciements vont également à tous ceux qui contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce travail, qui nous ont encouragé et soutenus, Merci

Dédicaces

*A ceux qui étaient la cause de mon existence
A ceux qui leur réjouit mon sourire et leur vénère mon succès.
A ceux qui étaient toujours là pour moi, et ils continuent à être là.
A ceux qui sont la lumière de mes yeux, la lueur de mon chemin et,
l'éclat de ma réussite
A mes parents, qui sont toute ma vie, que Dieu les gardes pour moi.
A ma future marie M.ISMAIL qui est complété ma vie
A mon frère et mes sœurs ,
A toute ma famille,
A mes très chères amis Fati, Dadi, Imen, Soumiya ,kouki,.....
avec lesquels j'ai partagé des moments inoubliables...à qui je souhaite
du courage et beaucoup de réussite pour les années qui viennent .
A la promotion SEE 2016 que Dieu vous protège et vous donne les
clés de la réussite.
A tous ceux qui aiment faire le bien, et aider les gens
A tous ceux qui souffrent et espèrent une meilleure vie, que Dieu soit
avec eux.
A toute personne qui va lire cette thèse.
A toutes ces personnes je dédie ce modeste ouvrage.*

ملخص

تأخذ عملية توحد السدود في الجزائر مكانة جد متقدمة تبلغ احجاما مرتفعة و تشكل بهذا عائقا خطيرا امام تخزين المياه الغرض من هذا العمل هو تقديم سد القصب الذي يقع في ولاية المسيلة ، لدراسة حالة ترسب الطمي فيه ، بالإضافة الى تحديد مناطق الانجراف و مناطق ترسب الطمي

كلمات البحث : سد القصب ، ترسب الطمي ، مناطق الانجراف، مناطق ترسب الطمي ،

Résumé

L'envasement des retenues de barrage en Algérie, atteint des valeurs élevés et pose ainsi des graves problèmes.

Dans ce travail, on s'intéressera à l'envasement du barrage K'sob ,qui situé dans la wilaya de M'silla, d'étudier son état d'envasement, , ainsi que la détermination des zones d'érosion et les zones de dépôt .

Mots clés : barrage de K'sob, envasement, zones d'érosion, zones de fort taux de sédimentation.

Abstract :

The sédimentation of reservoirs in Algeria reaches important quantities and thus entails serious problems.

The purpose of this work is to present the dam k'sob located in the wilaya of M'silla, to study its siltation state ,and the determination of erosion areas and areas of high sedimentation rate.

Keywords: dam K'sob, siltation, Siltation, erosion areas, areas sedimentation rates.

Sommaire

	Page
Introduction général	1
Chapitre I : Travaux sur l'envasement	
I. Introduction	2
II.L'envasement	2
II.1. Types de l'envasement	2
II.1.1. Envasement des barrages classique	2
II.1.2. Envasement des barrages par courant de densité	3
II.2.Processus de l'envasement	4
III.Traveau sur l'envasement	5
III.1. Méthodes de quantification de l'érosion	5
III.1.1.Méthodes de quantification en Algérie	8
III.2. Travaux sur le transport solide	12
IV. Conclusion	14
Chapitre II : présentation du barrage k'sob	
I. Introduction	15
II . Présentation du barrage K'SOB	15
II.1. Situation géographique du barrage K'SOB	15
II.2. Situation géologique	16
III. Les composantes du barrage K'SOB	17
III.1. La Digue du barrage	17
III.1.1. Caractéristique de la digue	18
III.2. L'évacuateur de crues	19
III.3. Les ouvrages annexes	20
IV. Le BV de barrage K'SOB	20
IV.1. Caractéristique physique de bassin versant	21

IV.2.Caractéristiques Climatique	22
IV.2.1. Précipitations	22
IV.2.2. Evaporation	22
IV.3. Régime de l'Oued, crue, et apports	22
IV.4.Transport solide	23
V. Conclusion	23

Chapitre III : Envasement du barrage K'sob

I. Introduction	24
II.L'état d'envasement du barrage K'sob	25
II.1. perte de capacité et de surface du barrage K'sob	25
II.1.1. Perte de surface du barrage K'sob	25
II.1.2. Perte de capacité du barrage K'sob	26
II.1. 3.Taux d'envasement du barrage K'sob	26
II.2. Perte de capacité et de surface par cotes du barrage K'sob	29
II.2.1. Perte de surface par cotes	29
II.2.2.Perte de capacité par cotes	32
III. Profil en long et en travers du barrage K'SOB	34
III.1. Le profil en long	34
III .2. Profils en travers	35
IV. Conclusion	46

Chapitre IV : Détermination des zones de fortes sédimentations

I. Les zones des dépôts et d'érosion du barrage k'sob	47
II. Conclusion	54
Conclusion générale	55
Références	

Référence

Bibliographie :

- [1] REMINI . B., 1997. Envasement des retenues de barrages en Algérie: importance, mécanismes et moyens de lutte par la technique de soutirage. Thèse de doctorat d'état, Ecole nationale polytechnique d'Alger, juin, 342 pages.
- [2] SERBAH BOUMEDIENE , 2010-2011 . Etude et valorisation des sédiments de dragage du barrage BAKHADDA TIARET, thèse, Université Aboubakr Belkaïd - Tlemcen .
- [3] REMINI. B - BENSALIA D 2009 Le problème de la sédimentation dans les barrages des zones arides : cas algérienne
- [4] W.REMINI – B.REMINI 2003 La sédimentation dans les barrages de l'Afrique du nord , pages 49 – 50
- [5] BENAICHA AMAR CHERIF ,2010-2011 .Etude des processus des transports solides et leur impact sur l'alluvionnement des barrages , Mémoire de Magister en Hydraulique
- [6] CHERFFAOUI HAMZA ,2013 , Envasement des barrages : Boukardane , Kaddara ,Ghrib et Foug Elgharza , mémoire de master .
- [7] HOUARI ZEGGANE ,2005 , Approche cartographique de l'érosion hydrique a partir des ouvrages hydraulique existant - cas du bassin versant de l'oued Isser , mémoire de master .
- [8] LEFKIR ABDELOUAHAB 2008-2009 Modélisation du transport solide par les modèles NEUROFLOUS, Thèse de Doctorat, ECOLE NATIONALE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE .
- [9] BESSENASSE MOHAMMED . Dépôt des sédiments fins a l'amont d'une retenue , Thèse de doctorat d'état.
- [10] LARFI BOUCHRA, Prévision du transport solide dans le bassin versant de l'oued Isser –Application a l'envasement du barrage Béni Amrane – mémoire de magister
- [11] AMMARI ABDELHADI , 2012 , Vulnérabilité a l'envasement des barrages -cas du bassin hydrographique des côtières Algérois, thèse de doctorat, Université Mohamed Khider – Biskra .
- [12] Agence nationales des barrages – rapport technique barrage de KSOB-- (WILAYA DE M'SILA) .
- [13] Agence nationale des barrages et transfert (ANBT) BARRAGE DE KSOB
- [15] ZOUACHE TARIF. 2007 , Une application de la méthode d'analyse corrélatrice et spectrale cas d'étude -LE BASSIN VERSANT DE EL K'SOB – thèse .

[16] *REMINI, BENFETTA H*, 2015 , Le barrage réservoir de gargarest – il menace par l’envasement .

Web-graphie :

[14] Barrage — Wikipédia <https://fr.wikipedia.org/wiki/Barrage>

I. Introduction :

Avec le développement et la civilisation, les besoins en eau deviennent plus importants. Par conséquent la construction de barrages pour répondre à ces besoins devient une nécessité. Ces barrages sont confrontés à un phénomène dangereux qui réduit la capacité totale de ces ouvrages : il s'agit du phénomène d'envasement.

L'envasement dans les barrages est l'un des principaux problèmes que rencontrent de nombreux ouvrages dans le monde. Selon le rapport publié par le Comité International des Grands Barrages (CIGB), plus de 50.000 grands barrages existent dans le monde avec une capacité très importante de stockage, exploités à des fins diverses comme l'approvisionnement en eau, la production d'énergie hydroélectrique et le contrôle des inondations.[2]

II.L'envasement :

L'envasement des barrages est un phénomène qui se caractérise par le dépôt, tassement et la consolidation des sédiments transportés par les eaux entrants dans la retenue qui résultent directement de l'érosion des sols en amont du barrage.

II.1.Types de l'envasement

On distingue deux principaux types d'envasement de la retenue de barrage :

II.1.1. Evasement des barrages classique :

Ce processus se fait par la décantation des particules fines à une vitesse très lente. La teneur en sédiments est faible, de 10 à 30 g /l, on le retrouve dans tous les barrages [3].

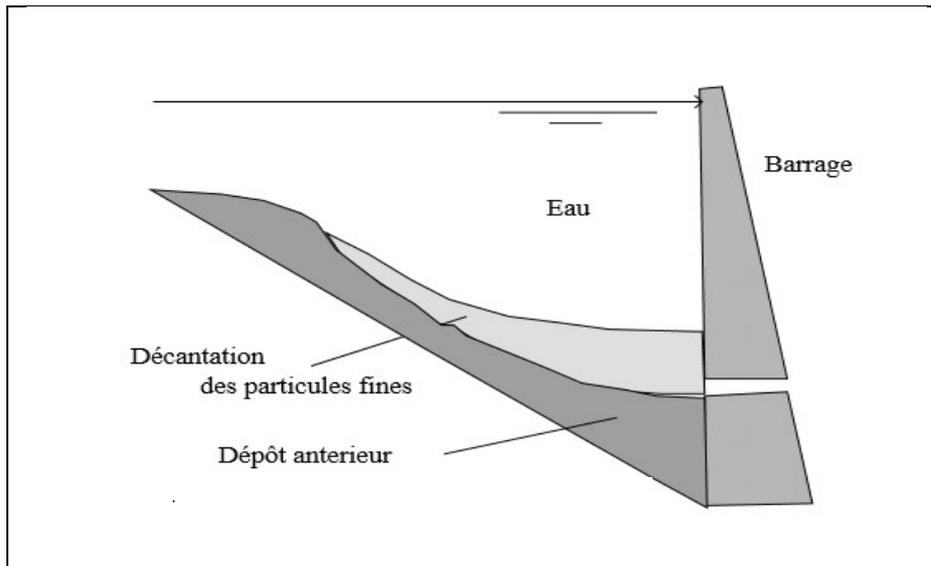


Figure 01 : Envasement classique [4]

II.1.2. Envasement des barrages par courant de densité :

L'envasement se fait par l'avancement du courant de densité, caractérisé par une forte teneur en sédiments plus de 40g/l. Il survient : lors d'une forte concentration en sédiments, et une forme de retenue en canal. [3]

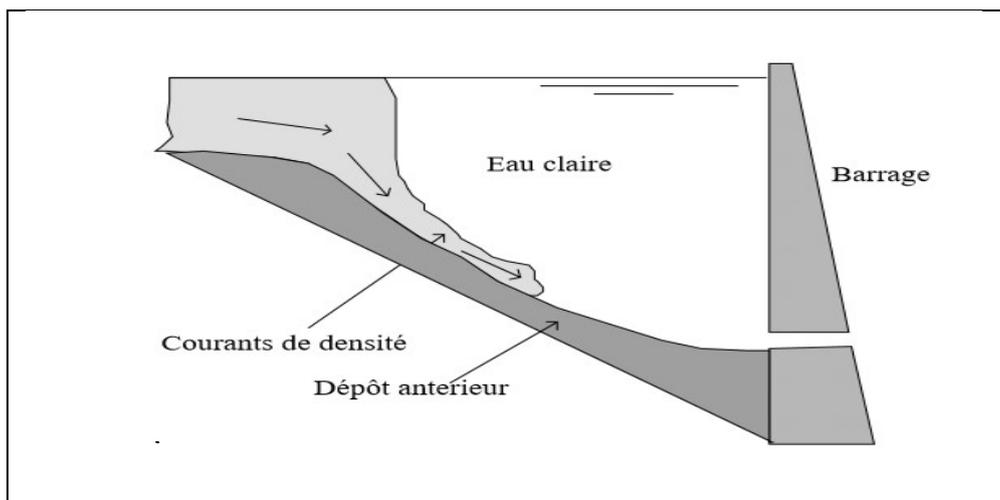


Figure 02 : Envasement des barrages par courant de densité [4]

II.2. Processus de l'envasement : [5]

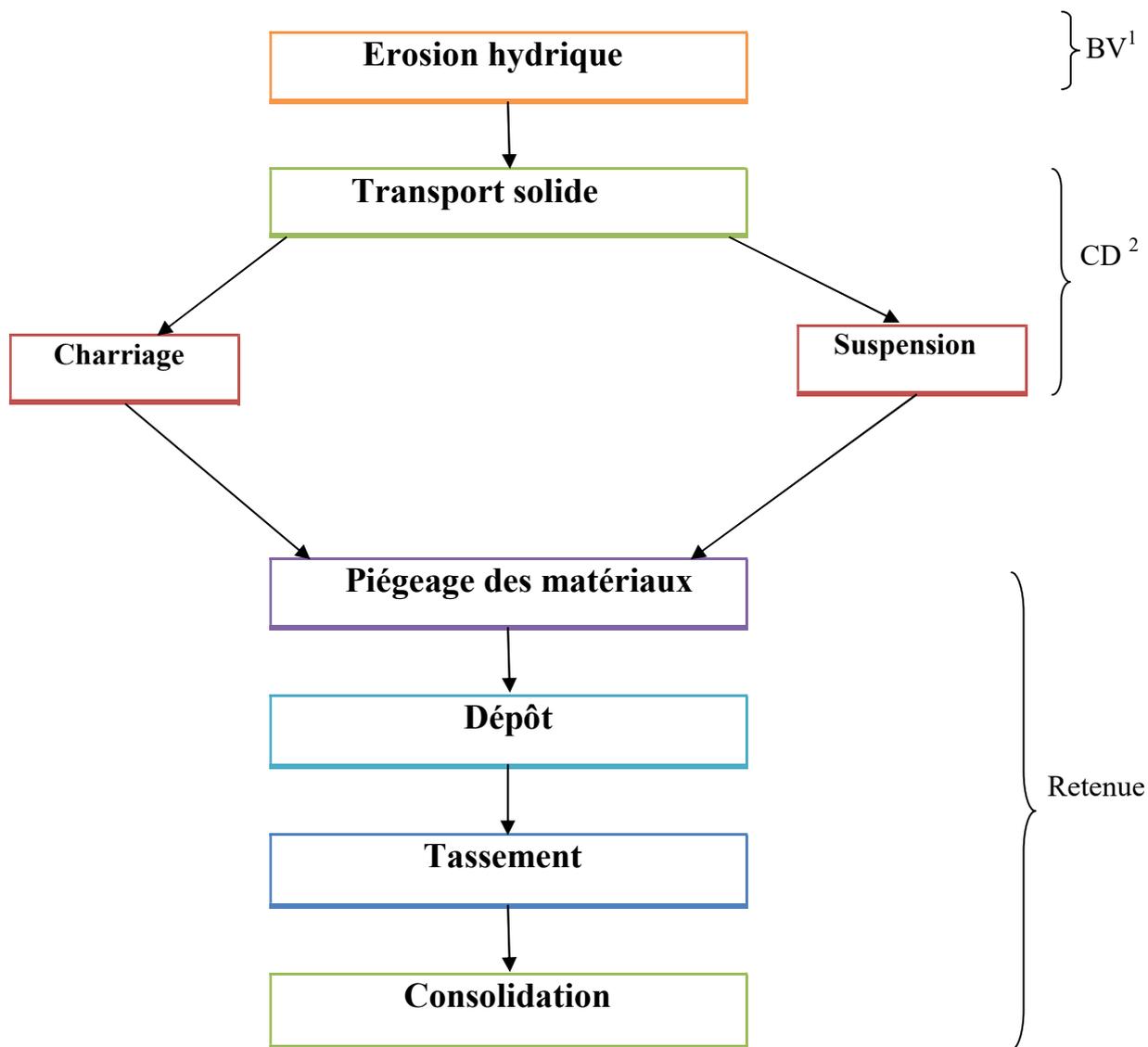


Figure 03 : Organigramme générale de l'envasement

¹ Bassin versant² Cours d'eau

III. Travaux sur l'envasement :

III.1. Méthodes de quantification de l'érosion :

L'importance de l'érosion a poussé l'homme à chercher et à proposer les méthodes pour y remédier à ce phénomène crucial. Pour ce faire, il y a eu lieu de quantifier cette érosion par des méthodes empiriques :

1/Formules de Henin 1950

Cette formule symbolise la relation existante entre l'érosion pluviotile et les facteurs susceptibles de la favoriser ou de la limiter. La quantification de l'érosion spécifique «Es » est donnée par la formule : [6]

$$Es = \frac{Ip Is}{K Ve}$$

Avec : Ip : Intensité des précipitations ;

Is : pente du bassin versant ;

Les facteurs 'Ip' et 'Is' favorisent l'érosion .

K : perméabilité ;

Ve : végétation ;

Les facteurs K et Ve limitent l'érosion.

2/Formule universelle de Wischmeier « 1959 »

En 1958, Wischmeier statisticien du Service de Conservation des Sols fût chargé de l'analyse et de la synthèse de plus de 10.000 mesures annuelles de l'érosion sur parcelles et sur petits bassins versants dans 46 stations de la Grande Plaine américaine. [7]

Il établit la relation:

$$A = R (K.Ls.C.P)$$

Avec:

A : Perte de terre (T/Ha);

R : Indice - pluie caractérisant l'agressivité de la pluie en T/Ha ;

K : Indice - sol mesurant la plus ou moins grande susceptibilité du sol à l'érosion;

Ls : Indice- pente, permettant de comparer les conditions topographiques locales à des conditions standards;

C : Indice- culture permet de tenir compte du degré de protection du sol par le couvert végétal;

P : Indice- remède de conservation du sol ;

3/Formule de fournier (1960)

A développé un modèle pour prédire les apports solides à l'exutoire d'un cours d'eau quelque soit son emplacement géographique en utilisant les données de 104 bassins versants provenant de différentes régions du globe. La formule est la suivante: [8]

$$\mathbf{Ass} = \frac{1}{36} \left(\frac{Pm2}{Pam} \right)^{2.65} \left(\frac{h2}{S} \right)^{0.46}$$

Avec :

Ass : Apport solide spécifique moyen annuel (t/km2/an) ;

Pm: Pluie mensuelle moyenne du mois le plus pluvieux (mm) ;

Pam: Pluie moyenne annuelle (mm) ;

h: Dénivelé moyen (m) ;

S: Superficie du bassin (km2) ;

L'intérêt de cette formule est double :[9]

- premièrement, elle est facilement calculable n'exigeant pas de manipulations complexes.

- Deuxièmement, elle permet des comparaisons immédiates avec d'autres bassins versants

4/Formule de Wischmeier et Smith (1978)

La formule s'écrit : [6]

$$Ps = Ep \cdot Es \cdot Flp \cdot Fp \cdot Fam \cdot Fv$$

Avec :

Ps : pertes annuelles de sol (t /ha /an) ;

Ep : érosivité des précipitations (N /h) ;

Es : érodabilité du sol ou susceptibilité du sol a' l'érosion (t .h /N.ha) ;

Flp : facteur de longueur de pente (sans dimension) ;

Fp : facteur de pente (sans dimension) ;

Fam : facteur d'aménagement (sans dimension) ;

Fv : facteur de conservation des sols pratiqué (sans dimension) ;

5/Formule de gravilovic

Il a défini l'érosion spécifique, comme étant proportionnelle à la température, à la pluie et à un coefficient d'érosion, l'équation est donnée par l'expression suivante : [5]

$$Es = 3.14 \cdot T \cdot P_0 \sqrt{z^3}$$

Avec :

Es : érosion spécifique dans le bassin versant (T /Km².an) ;

T : coefficient de température ;

$$T = \sqrt{\frac{t_0}{10}} + 0,1$$

Avec :

t₀ : température moyenne annuelle en °c ;

P_0 : pluie annuelle en (mm) ;

Z : coefficient d'érosion ;

Avec :

$$Z = y. (x . a) . (\& + \sqrt{Imoy})$$

Ou'

Y : valeur du coefficient de la résistance du sol du à l'érosion. Il dépend de la roche mère, le type du sol et du climat ;

$(x . a)$: La protection des sols, des influences des phénomènes atmosphériques.

Des forces érosives liées aux conditions naturelles. Il est aussi tabulé.

$\&$: équivalent numérique des processus visibles et nettement prononcés dans le bassin versant ;

$Imoy$: indice de pente moyenne du bassin versant. ;

II.1.1.Méthodes de quantification en Algérie :

Le phénomène d'érosion et d'envasement sont une véritable calamité en Algérie. La nature et la morphologie des terrains en pente, la fragilité du couvert végétal, le manque de boisement et l'urbanisation en amont des barrages engendrent une forte érosion qui réduit la capacité de stockage, cette phénomène a été l'objet de plusieurs recherche (Tixeront 1960, Demmak 1982, Sagreoh 1984, ...).

1/TEXERONT 1960

Pluseurs recherches ont été entamées en algerie dont celles de texiront qui a travaillé sur 32 bassins algeriens et 09 bassin tunisiens , **[10]**

il conclu :

- La concentration en éléments fines augmente quant le ruissellement diminue ;
- La nature de la roche a son importance à l'érosion ;
- Les terrains jeunes fournissent des taux d'abration importants ;
- La répartition saisonnière des précipitations a son importance ;

2/Copolini 1965 :

Il a travaillé sur le bassin versant de l'oued de chelif. Il a étudié la relation entre la géomorphologie du bassin versant de l'oued chélif, les phénomènes d'érosion et de transport solide. [6]

Il a trouvé une bonne corrélation entre la torrencialité et la géomorphologie.

Il conclu ainsi :[10]

- Une quantification des débits solides à partir de la lithologie ;
- L'existence d'une relation statistique entre l'érosion spécifique et la torrencialité du bassin versant ;
- La proposition d'une méthode de cartographie des zones susceptibles à l'érosion à partir de la cartographie du coefficient de torrencialité ;

3/SOGREAH 1969

Il a développé un modèle basé sur cinq équations reliant les apports (A en t/km²/an) en fonction du ruissellement annuel de crue (R en mm). [8]

Les équations de SOGREAH (1969) sont exprimées dans le tableau suivant :

❖ Perméabilité Equation élevée	$A=8.5 R^{0.15}$
❖ Moyenne à élevée	$A=75 R^{0.15}$
❖ Faible à moyenne	$A=350 R^{0.15}$
❖ Faible à moyenne	$A=1400 R^{0.15}$
❖ Imperméable	$A=3200 R^{0.15}$

Tableau N° 01: Équation de SOGREAH selon la perméabilité du sole [8]

4/Demmak , 1982

Il travaille sur 30 bassins versant de l'Algerie du nord representatifs des différentes conditions physiques, géomorphologiques et hydroclimatologiques. Expriment le transport solide en fonction de lithologie, le pourcentage et la fréquence des précipitations journaliers et la densité de drainage du bassin hydrologique, l'équation est donnée par l'expression suivante : [6]

$$Es = 26.62 IL + 5.07 IP + 9.77 CT - 593,56$$

Avec :

Es : Erosion solide spécifique moyenne annuelle en tonnes /km²/an ;

IL : indice lithologique = produit des pourcentages des précipitations annuelles tombées sous forme de pluies ;

CT : coefficient de torrentialité ;

$$CT = \frac{\sum Lx}{A'} \qquad \frac{N1}{A'} = D_d \cdot F_1$$

A' : Surface du bassin en [km²] ;

D_d : Densité drainage (Longueur total du réseau fluvial remonté a l'unité de surface .Km /Km) ;

N1 : Nombre de talweg élémentaire ;

5/Arabi 1991

Arabi confirme la faiblesse de l'érosion pluviale et, par conséquent, le fait que le ruissellement constitue un facteur essentiel pour la détermination de transport solide dans le bassin versant. il propose les mesures de protection suivantes : [9]

- Stocker les eaux d'écoulement ;
- Favoriser l'infiltration au maximum ;
- Limiter la concentration des eaux de ruissellement ;
- Végétaliser ;
- Travailler le sol chaque fois que possible ;
- Améliorer la structure du sol ;
- Corriger les ravins ;

6/Meddi 1998

L'auteur a essayé d'établir un modèle statistique qui permet de calculer la dégradation spécifique annuelle en fonction de deux paramètres qui sont : le débit liquide et la superficie du bassin versant ; [9]

1. Expression valable pour les retenues Algériennes et les stations hydrométriques :

$$D_s = 9313,31.Q_1^{0,079} .S^{-0,548}$$

Avec :

D_s : dégradation spécifique annuelle (t/km²/an) ;

Q_l : débit liquide (m³/s) ;

S : superficie (km²) ;

2. Expression valable pour les retenues des trois pays (Algérie, Tunisie, Maroc) :

$$D_s = 3754,09 \cdot Q_l^{0,34} \cdot S^{-0,142}$$

3. Expression valable pour les retenues de l'Algérie et la Tunisie :

$$D_s = 31697,72 \cdot Q_l^{-0,26} \cdot S^{-0,242}$$

4. Expression valable pour les retenues Algériennes et Marocaines :

$$D_s = 9802,57 \cdot Q_l^{-0,469} \cdot S^{-0,212}$$

7/Touaïbia 2003

Elle trouve que la couverture végétale, le coefficient d'écoulement, la surface et la densité de drainage sont autant d'éléments qui influent directement sur l'érosion hydrique des bassins versants, un modèle a été établi dans ce sens dans le cas de bassin versant de l'oued Mina dont la formulation est donnée par la formule : [7]

$$E_s = 34,12 \cdot S^{0,164} \cdot Dd^{-0,284} \cdot Ce^{0,573} \cdot Cv^{-0,329}$$

III.2. Travaux sur le transport solide

1/ Meyer-Peter Müller (1948)

Il donne la capacité de transport solide quand les grains sont plus ou moins uniformes [10]

$$\frac{q_s}{\sqrt{\left(\frac{y_s}{y_w} - 1\right)gd^2}} = 8(\beta\tau^* - 0.047)^{3/2}$$

q_s : débits solides en m³/s/m de largeur, exprimé en volume des grains.

β : Paramètre adimensionnel compris entre 0,35 et 1 qui dépend de la rugosité des grains et du fond.

2/ Formule de Velikanov 1953

$$Q_s = \eta \left(\frac{\rho_s \rho}{\rho_s - \rho} \right) \frac{V}{W} S \cdot Q$$

La formule du transport en suspension établie par Velikanov est: [9]

Avec :

Q : le débit liquide ;

Q_s : le débit solide ;

η : le nombre de Velikanov traduisant la capacité de l'écoulement et variant entre 0.0007 et 0.007. C'est le rapport de l'énergie de l'écoulement nécessaire pour maintenir les particules en suspension à l'énergie totale de l'écoulement ;

V : la vitesse moyenne ;

W : la vitesse de chute moyenne d'une particule ;

S : la pente géométrique ;

ρ : la masse volumique de l'eau ;

ρ_s : la masse volumique des solides.

3/Formule de Jarocki

Jaroki a publié en 1957 la formule suivante : [9]

$$R = 0.28 \frac{QV^2\gamma}{g\sqrt{A}}$$

Avec ;

Q : le débit de l'écoulement (m³/s) ;

V : la vitesse de l'écoulement (m/s) ;

A : la surface du bassin versant (km²) ;

γ : le poids spécifique de l'eau ;

g : l'accélération de la pesanteur ;

4/Benkhaled et Remini (2003)

La formule: [11]

$$Q_s = a Q_L^{b-1}$$

ils ont conclus que :

- l'exposant b est relié aux caractéristiques de l'écoulement, tandis que a est considéré comme paramètre représentatif de l'état du sol ;
- L'exposant **b** varie en générale entre 1 et 2 et **a** varie dans des intervalles plus larges ;
- ces modèles sont des modèles locaux et temporelle aussi, donc difficile de les généraliser, ou de garder pour une région le même model unique, le climat est en mutation, le sol aussi, donc la validité de ces modèles est toujours limitée dans le temps .

Equation	A	b	Source
$Q_s = QC_s$	4000 à 4446000	2 à 3 0.72 à 1.02 1.2	Leopold et al (1953) Fleming (1969) Dawdy (1967)
$Q = aQ^{b-1}$	0.0004	1.63 2 à 3	Battala et al (1992) Vononi (1977)

Tableau N° 02 : Valeurs caractéristique des paramètres a et b d'après Benkhaled et Remini (2003). [11]

IV. Conclusion :

Dans ce chapitre on a mis en évidence la théorie de l'envasement et du Transport solide, ce problème qui fait l'objet de beaucoup des recherches qui n'ont point diminué ça complexité vue le nombre de paramètre qui entrent en jeu.

Les paramètres les plus influençant sur les deux phénomènes mentionnés précédemment en l'occurrence la superficie, la pluviométrie, la pente, couvert végétal et la lithologie.

I. Introduction :

Un barrage est un mur placé en travers d'un cours d'eau, afin de relever le niveau de ce dernier pour créer une chute ou une réserve.

Le barrage retient l'eau avec un masque d'étanchéité, Ce mur intègre un certain nombre d'ouvrages dits annexes lui permettant de remplir ses fonctions :

- Un évacuateur de crue qui protège des risques de submersion en cas de crue ;
- Une vidange destinée à vider la retenue ;
- Une prise d'eau pour produire de l'énergie hydroélectrique ;

Le barrage de K'sob est situé dans la wilaya de M'silla d'une capacité de 29,5 millions de m³ (après surélévation) conçu dans le but de l'irrigation des plaines agricole de M'silla ;

II . Présentation du barrage K'sob

II.1. Situation géographique du barrage K'sob

Le barrage de K'sob est situé sur le territoire de la Wilaya de M'silla, à 15 km au nord-est de la ville de M'silla, dans la région centre nord de l'Algérie, environ à mi parcours entre les villes de Sétif et Bou-Saada (voir figure N°4). Il retient les eaux de l'oued de K'sob en amont de la digue et alimente la plaine de M'silla.

Ce barrage est réalisé en béton et, il est implanté au lieu dit de HAMMAN.[12]

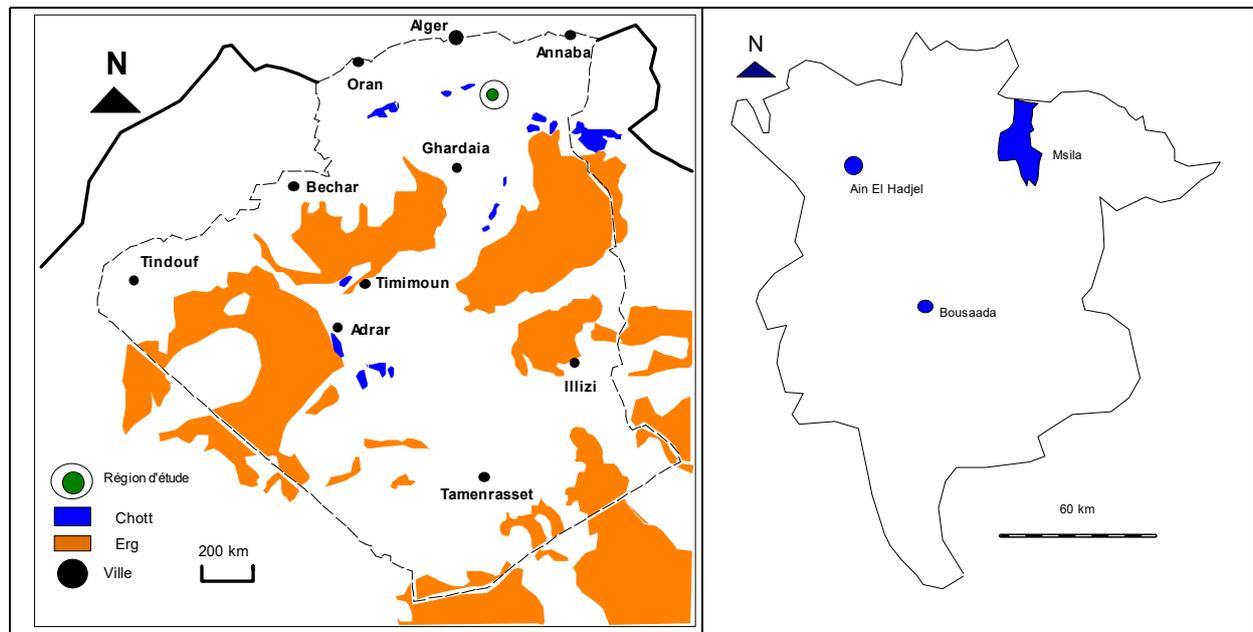


Figure 04 :situation géographique du barrage k'sob [1]

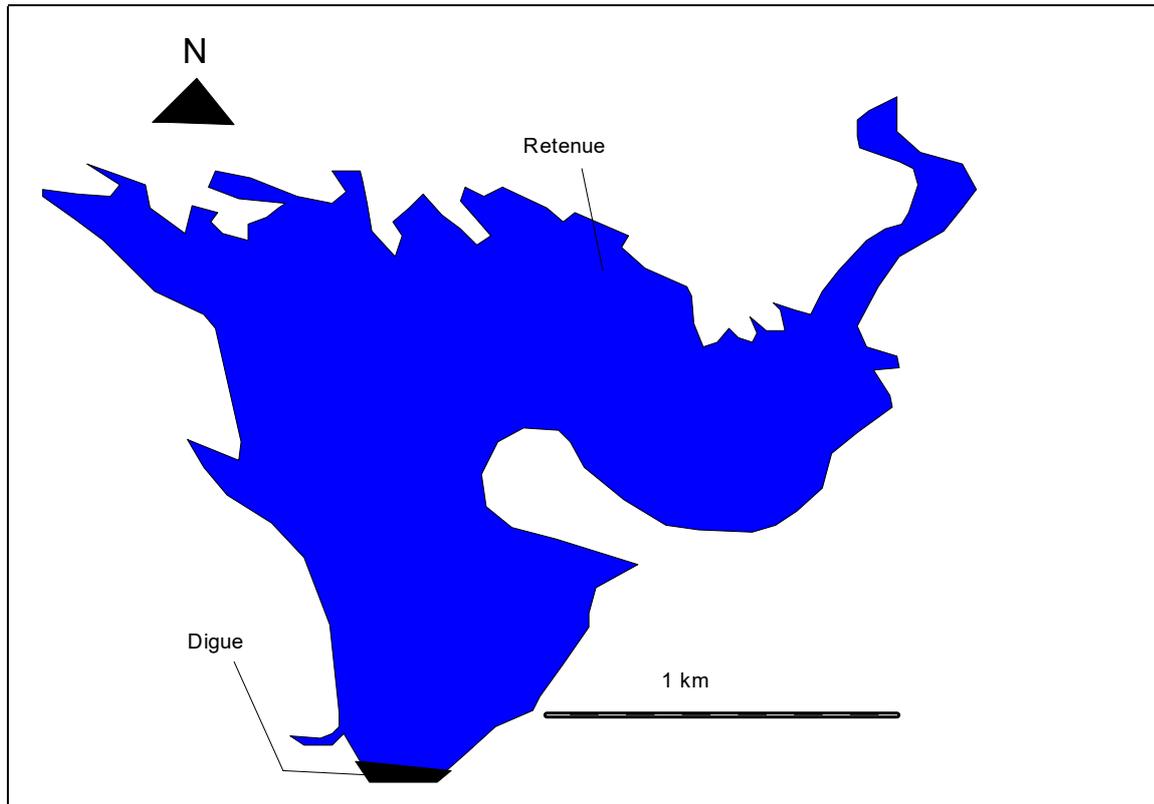


Figure 05 : la forme de la retenue de barrage K'sob [4]

II.2. Situation géologique :

Le barrage est fondé sur un banc de calcaire éocène recouvrant un substratum de marnes du crétacé supérieur. Le banc de rocher solide se situe à 15 m. Un banc de schiste se trouve intercalé dans le calcaire et vient effleurer dans les fondations du barrage. Cette zone de roches moins résistantes a nécessité un accroissement assez important des fondations afin de répartir les charges de manière compatible avec la résistance des schistes.

Un peu en aval se trouvent des calcaires à silex et à géodes de quartz reposant sur des marno-calcaires à silex.

Plusieurs failles sont présentes en rive droite [13]

III. Les composantes du barrage K'sob

Le barrage de K'sob d'une capacité initiale de $11,6 \text{ hm}^3$, de type voutes multiples, contreforts (voir Photo N° 6) ;

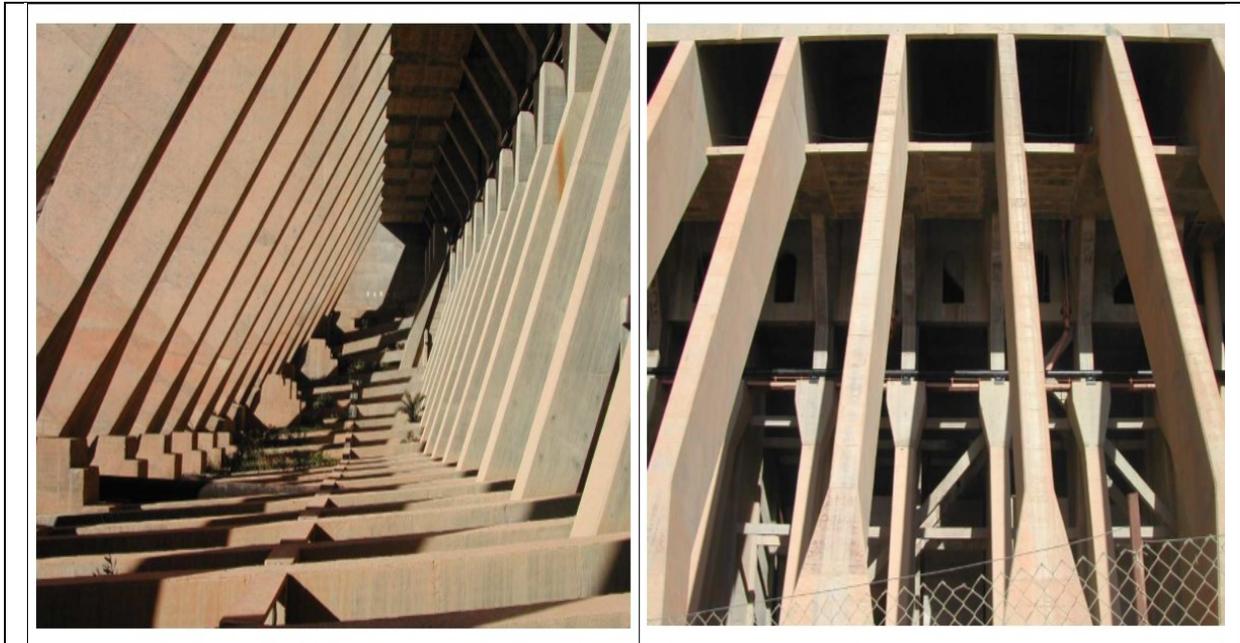


Figure 06: Photo des contreforts [13]

III.1. La Digue du barrage :

Les travaux de construction du barrage ont débuté en 1932 pour être achevé en 1940. Avant sa surélévation, le barrage était constitué d'un ensemble de 38 voûtes (épaisseur variant de 42 cm à la base à 18 cm au sommet) reposant sur 37 contreforts intermédiaires (épaisseur variant de 60 cm à la base et 28 cm au sommet) et deux culées formant barrage poids (voir figure N°7).[13]

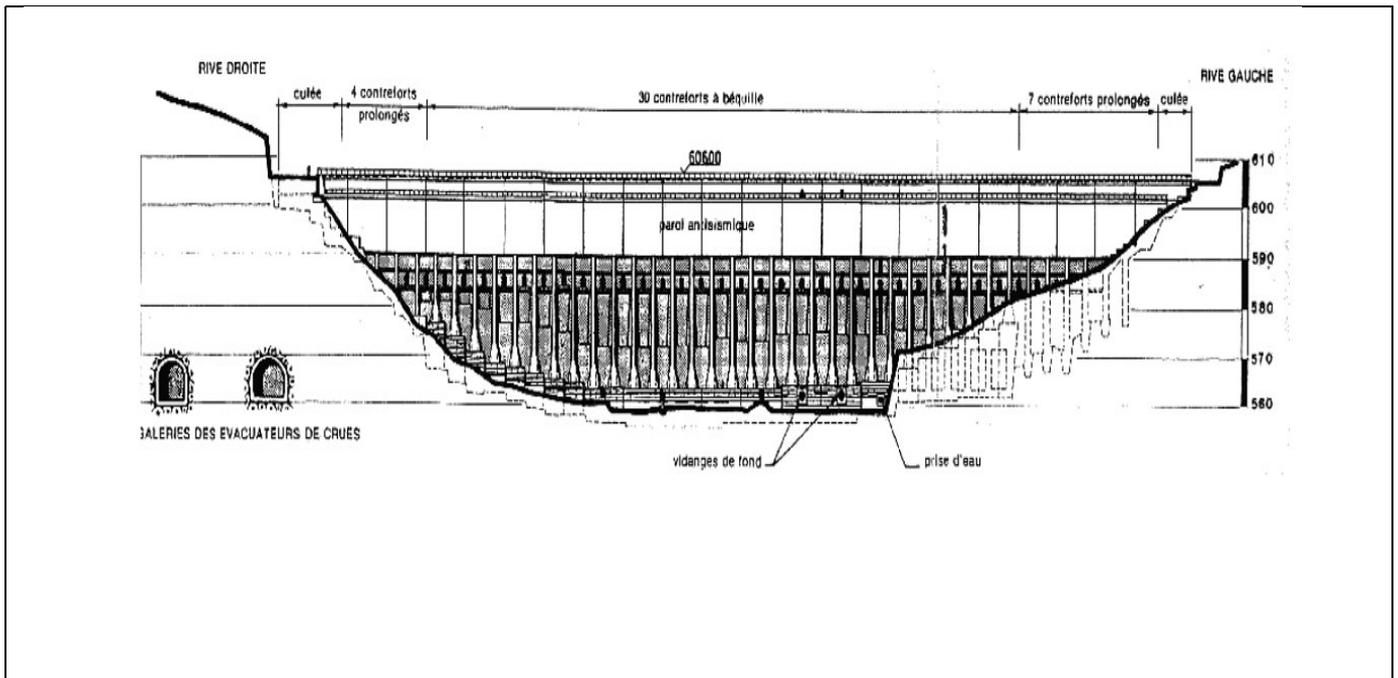


Figure 07: Coupe aval de la digue de barrage K'sob [13]

III.1.1. Caractéristique de la digue : [13]

- Longueur totale à la crête : 280m
- La Hauteur initiale 1940 : 31m
- Hauteur surélevée : 15m
- Hauteur maximale de la digue : 46m
- Largeur maximale a la base : 65 m
- La capacité du barrage en (2008) à la retenue normale (604.00 m) est de 11.838 Hm³
- La capacité du barrage en (2008) à la PHE (605.50 m) est de 15.47 Hm³.
- Epaisseur en crête : 3,0 m
- Epaisseur à la base : 45 m



Figure 08 : la digue du barrage K'sob

III.2. L'évacuateur de crues (le déversoir)

Le déversoir est une partie du barrage destinée à évacuer un débit depuis le réservoir amont vers un canal de décharge. Il sera notamment utilisé en cas de crue qui pourrait mettre en péril le barrage en faisant augmenter le niveau amont de manière excessive. Certains déversoirs de crue sont équipés de système de vannes permettant de contrôler le débit restitué ; les autres déversoirs, dits « à seuil libre », sont plus fiables en regard des ruptures ou des pannes mécaniques.[14]

Le déversoir est l'un des principaux systèmes assurant la sécurité du barrage. [13]

L'évacuateur de crues de barrage K'sob d'une capacité maximale de $1\,950\text{ m}^3/\text{s}$ au niveau exceptionnel (605,5), est composé de :

- deux pertuis équipés de vannes de demi-fond branchées sur l'ancienne galerie de dérivation provisoire A ;
- trois passes équipées de vannes de surface et branchées sur l'ancienne galerie de dérivation provisoire B ;
- Débit de vidange de fond : $130\text{ m}^3/\text{s}$;
- Débit des vannettes de dévasement : $26\text{ m}^3/\text{s}$.

III.3. Les ouvrages annexes :

Les ouvrages annexes se trouvent en partie centrale du barrage pour les organes de prise d'eau (voûte 15-17) et de vidange (voûtes 7-9 et 11-13), et en rive droite en liaison avec les anciennes galeries de dérivation provisoire pour les organes d'évacuation des crues.[13]

IV. Le BV de barrage K'sob :

Le bassin versant de K'sob est situé dans la partie nord du chott El HODNA, sur une superficie de 1460 km². Il est limité, au nord par la chaîne des Bibans. Au sud ouest par les monts du HODNA, à l'est par les hautes plaines de Setif (voir figure N°9).[12]

Le réseau hydrographique est bien développé. Les cours d'eau sont en grande partie intermittents. L'oued K'sob au site du barrage de ZERARZIA, couvre une superficie de 975 Km² (compris la grande dépression de la MEDJANA au nord de BORDJ BOU ARRERIDJ et les cuvettes de BORDJ R'DIR et de RAS EL OUED).

Sur les balcons des monts du HODNA, s'étendent des forêts, dont la végétation du type sous bois y est insuffisante et ne limite que très faiblement l'érosion.[15]

Le bassin versant du K'sob est subdivisé en sept (7) sous bassin versant qui sont : [15]

- sous bassin oued Sidi Moh.
- sous bassin oued Toba.
- Sous bassin oued Soulit
- Sous bassin oued Bieta
- Sous bassin oued Medjez
- Sous bassin oued Rabta
- Sous bassin oued Ghafsitane

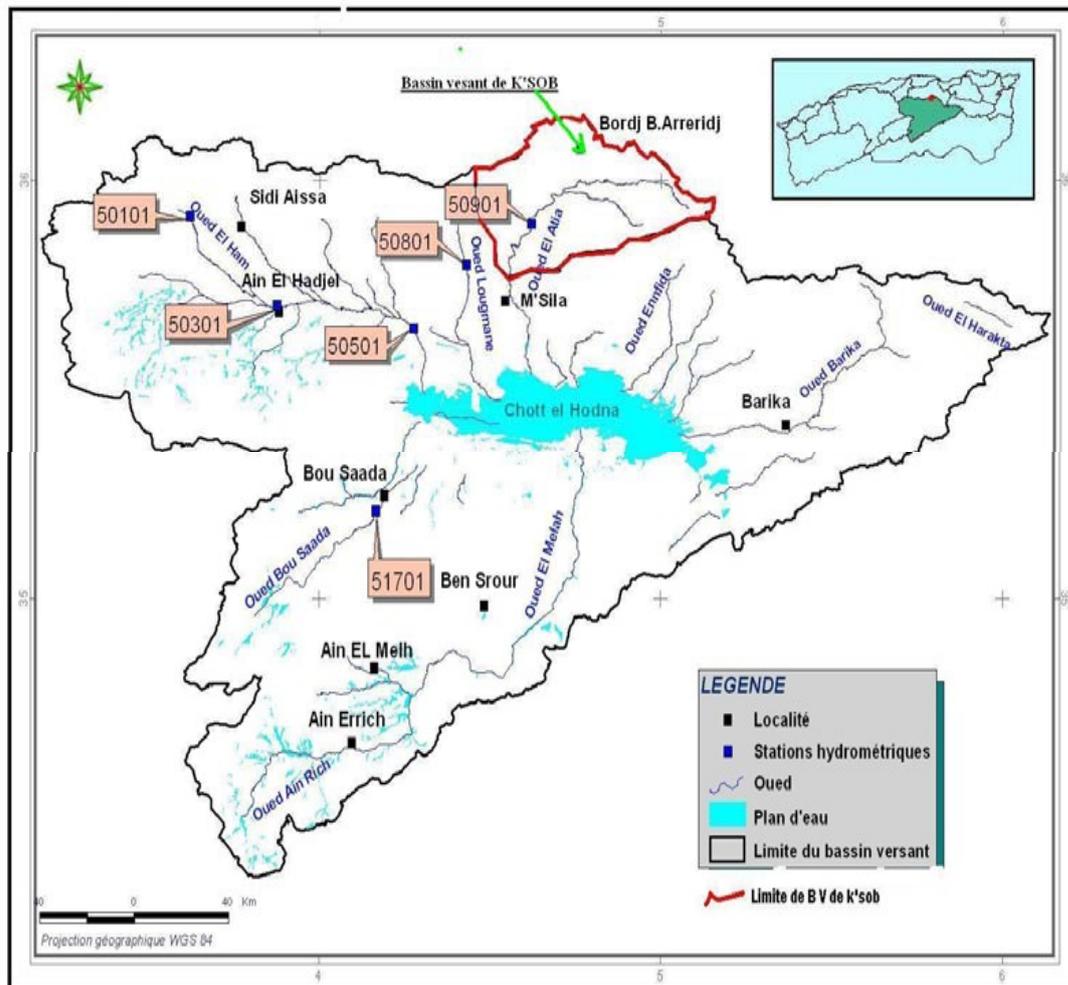


Figure 09 : Le Bassin versant de K'sob dans l'ensemble de Chott el Hodna [15]

IV.1. Caractéristiques physique de Bassin versant : [13]

- la surface de ce bassin est de 1460 km² ;
- son périmètre de 180 km ;
- la longueur du thalweg principal de 83 km ;
- son coefficient de compacité de gravilius de 1,3 ;
- l'altitude moyenne de 1070 m ;
- les principaux sommets : Djebel Nechar 1885 m-Safiet El Hamara :1789 m .

IV.2.Caractéristiques Climatique :

Le bassin de K'sob, situé dans le bassin du HODNA dans les hautes plaines telliennes a un climat continental ; il ne se distingue du climat steppique que par sa pluviométrie plus abondante.

La température moyenne annuelle est d'environ 17° , Avec des écarts compris entre -11° et +47°. L'enneigement très faible n'influe pas beaucoup sur le régime des eaux. Les mois les plus froids de l'année sont décembre et janvier avec une température moyenne de 6°, les mois les plus chauds sont juillet et Août avec une température moyenne de 27°.[15]

Les gelées blanches sont assez fréquentes, (de l'ordre de 4 à 60 jours par an). Le sirocco n'est pas excessivement fréquent dans le bassin du Hodna, il souffle en moyenne 15 à 25 jours par an.[15]

IV.2.1. précipitations

La pluviométrie estimée pour le bassin est de 300 mm par an. Elle augmente graduellement avec l'altitude, elle passe de 260 mm à Medjez (640m) à 445 mm à Madjana (1060m).

Il pleut environ 40 à 60 jours par an. Le régime de pluies mensuelles laisse apparaître un maximum en décembre.[13]

IV.2.2.Evaporation

On dispose au barrage du K'sob des mesures d'évaporation sur bac Colorado depuis 1959. L'évaporation moyenne annuelle calculée sur la base de ces mesures est de 1829 mm.[15]

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1829	188	131	91	74	75	79	107	132	189	221	290	253
100%	10.5	7	5	4	4	4.5	6	7	10	12	16	14

Tableau 03 : La répartition mensuelle de l'évaporation [15]

IV. 3. Régime de l'Oued, crue, et apports :

Le régime de l'Oued K'sob est très irrégulier tout en suivant peu les saisons : en effet, la plus part des apports se font sous forme de crues et les crues ont lieu presque indifféremment à toutes les époques de l'année.

La moyenne des apports annuels sur 30 ans est de 51,454 hm³. [13]

IV.4. Transport solide :

Du fait de l'absence de végétation, l'érosion est intense sur tout le bassin versant. Le transport solide variable suivant l'importance de la crue, et l'époque à laquelle elles ont lieu, peut être estimé à 1,5 % de l'apport annuel.[13]

- Envasement annuel de la retenue (sans vidange) : $0,52 \text{ hm}^3$
- Envasement de la retenue (avec vidange) : $0,27 \text{ hm}^3$

V. Conclusion :

Le barrage de K'sob est situé dans la commune de HAMMAN dans la wilaya de M'SILLA. C'est un barrage à voutes multiples construit, et élevé à cet endroit entre les années 1934 et 1940, permettant l'irrigation de la région.

Le bassin versant de K'sob est situé dans la partie nord du chott El HODNA, d'une superficie de 1460 km^2 , l'Oued K'sob s'est creusé un passage au travers d'un entablement marno-calcaire à pendage aval succédant à un élargissement de la vallée. Le bassin a un climat continental caractérisé par des fluctuations thermique variées et des pluies faibles.

Le transport solide dans l'oued de K'sob est très important surtout en période de crue, les quantités de terre érodées aux niveaux de bassin versant sont drainées par le cours d'eaux vers le barrage.

Tous ces facteurs causent le phénomène d'envasement de la retenue du barrage qui augmente avec les années réduisant la capacité de la retenue et la stabilité est menacée par la forte poussée des vases.

I. Introduction :

Le problème d'envasement des barrages n'est pas un problème propre à L'Algérie, beaucoup de pays dans le monde souffrent du problème surtout dans les Zones arides et semi-arides ;[10]

le barrage de K'sob d'une capacité de stockage de $29,50 \text{ hm}^3$ (après surélévation) à été mis en exploitation depuis 1940, il est classé parmi les barrages les plus envasés de l'Algérie [12] .

Dans ce chapitre on intéressera à l'envasement du barrage K'sob le long des ces années d'exploitation, en s'appuyant sur les levés bathymétriques et les profils en long.

II.L'état d'envasement du barrage K'sob :

Le suivi de l'état de la retenue du barrage K'sob, ainsi que de son taux d'envasement se fait par des levés bathymétriques¹ dans la retenue.

Les entreprises qui ont réalisées ces relevés sur le barrage de K'sob, sont :

- a) La société CTH 2000
- b) La société Polonaise GEOCART en 1986.
- c) La société LEM / GEOIDE 2004
- d) L'ENTREPRISE HYDRODRAGAGE 2005,2008

II.1. perte de capacité et de surface du barrage K'sob

II.1.1. Perte de surface du barrage K'sob :

Année de levé société	Surface (ha)	Perte de surface (ha)	Nombre d'année (année)	Perte de surface annuelle (ha /an)
1986 GEOCART	243,75	-	-	-
2000 CTH	233,46	1029	14	0,735
2004 LEM / GEOIDE	232 ,00	1,46	4	0,365
2005 HYDRODRAGAGE	231,98	0,02	1	0,02
2008 HYDRODRAGAGE	230,365	1,615	3	0,538

Tableau N° 04 : Evolution de la Surface du réservoir du barrage K'sob à la cote de retenue normale RN=604.00 m

On observe sur la période [1986-2000] que le barrage de K'sob a vu la plus haute perte de surface de 0,735 ha/an , et une perte très faible durant la période [2004-2005] avec une valeur de 0,02 ha/an ;

¹ La bathymétrie consiste en la mesure de la profondeur d'un plan d'eau par sondage et traitement des données correspondantes en vue de déterminer la configuration du fond.

II.1.2. Perte de capacité du barrage K'sob:

Année de levée Société	Capacité Hm ³	Perte de capacité partielle Hm ³	Nombre d'années	Perte de capacité annuelle en Hm ³ /an	Taux d'envasement /1986%
1986 GEOCART	26,37				
2000 CTH	15,6	10,77	14	0,769	40,84
2004 LEM / GEOIDE	12,34	3,26	4	0,815	53,20
2005 HYDRODRAGAGE	13,396	+1,056	1	+1,056	49,2
2008 HYDRODRAGA GE	11,838	1,558	3	0,593	55,10

Tableau N° 05 : Evolution des volumes et du taux d'envasement (à la cote de retenue normal RN=604.00 m) du barrage K'sob

Le signe (+) Gain de capacité

Il est intéressant de constater que durant la période [2000-2004] le barrage a vu la plus haute perte de ses capacités de 0,815 hm³/an avec une taux d'envasement de 53,20 % , ainsi qu' un gain de capacité durant la période [2004-2005] de 1.056 hm³/an dû a une opération de dragage ainsi que les lâchés par vanne de dévasement effectuées pendant cette période . (voir figure N° 18) .

II.1. 3.Taux d'envasement du barrage K'sob :

On a calculé le taux d'envasement, taux d'envasement moyen annuel (en %) du barrage K'sob

Période	1986-2000	2000-2004	2004-2005	2005-2008
Taux d'envasement%	40,84	12,36	–	5,9
Taux d'envasement moyenne annuel %	2,917	3,09	–	1,966
Taux d'envasement total depuis 1986-2008	59,1 %			
Taux d'envasement moy annuel depuis 1986-2008	2,686			

Tableau N° 06 : Evolution du taux d'envasement du barrage El K'sob 1986-2008

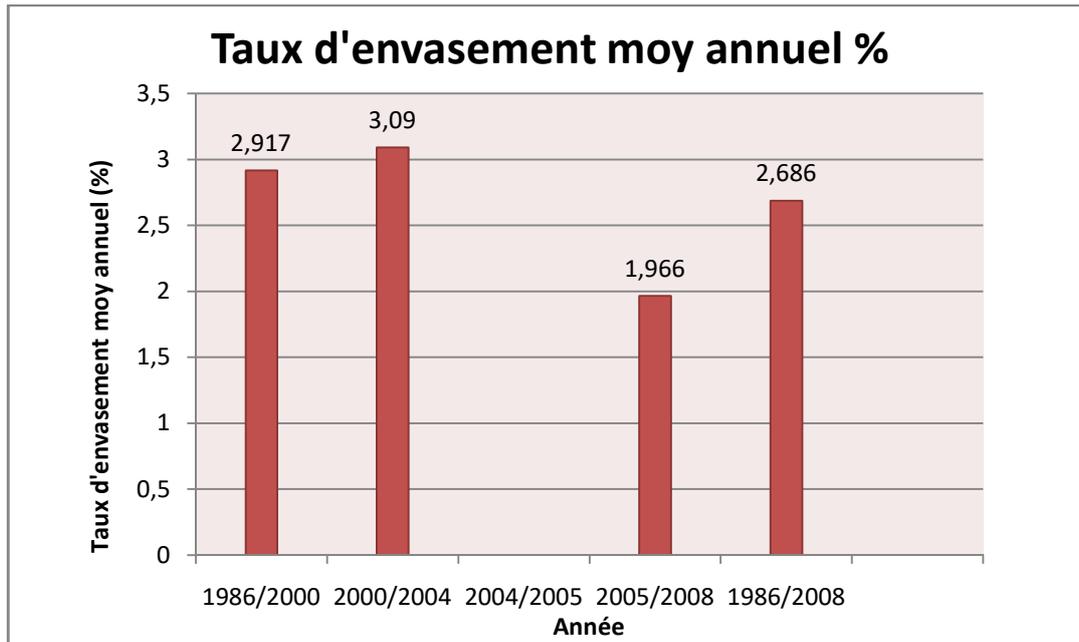
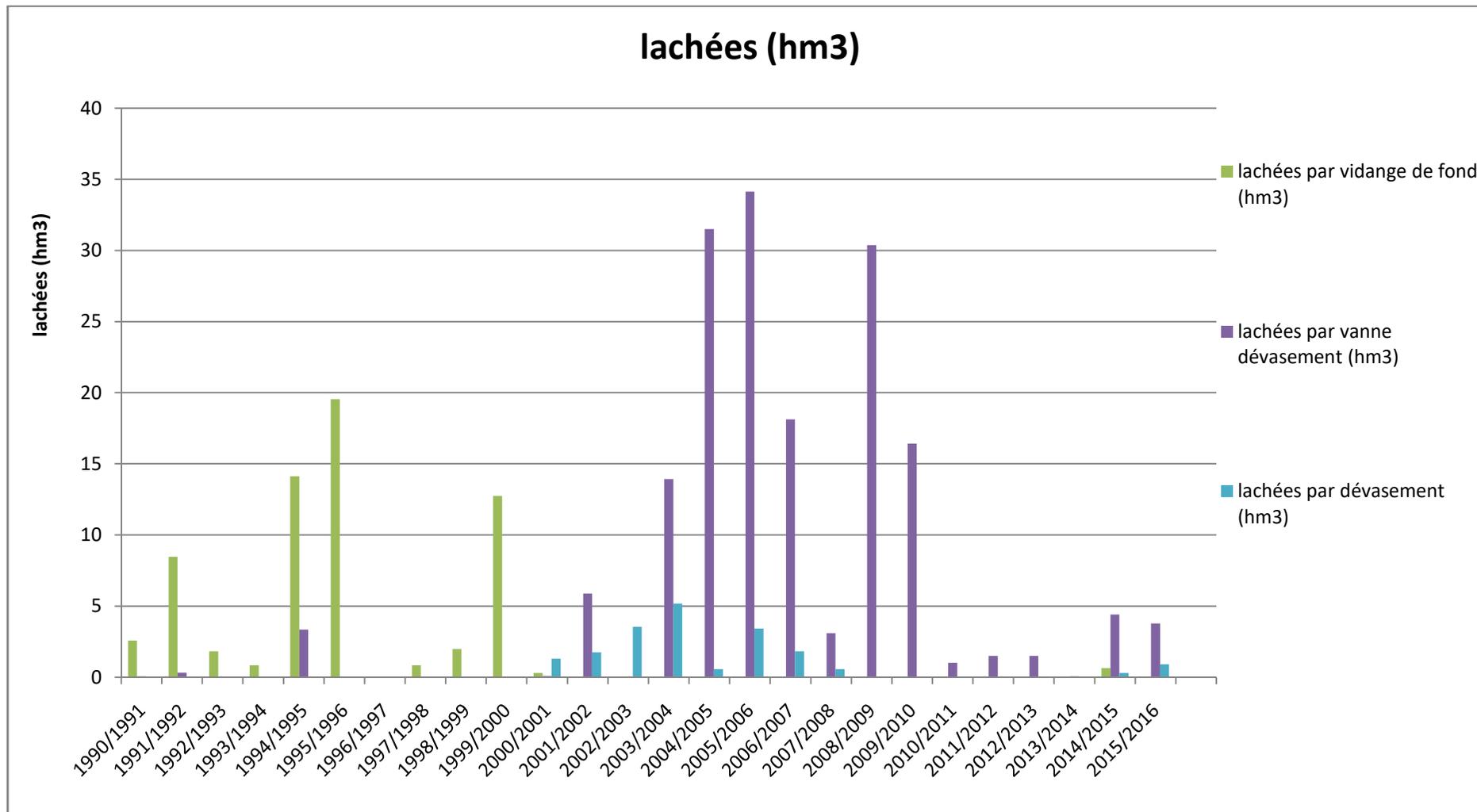


Figure N°10 : Evolution du taux d'envasement moyenne annuel du barrage K'sob depuis 1986 a 2004

Pour les taux d'envasement moyen annuel nous constatons qu'après un fort taux de 2,917 % sur la période [1986-2000], ce dernier a augmenté jusqu' a 3,09 % sur la période [2000-2004], pour finalement il a diminué pour atteindre un taux annuel de 1,966 % sur la période [2005-2008].

Figure N°11 : Histogramme des lâchées effectués du barrage K'sob



II.2. Perte de capacité et de surface par cotes du barrage K'sob :

Nous examinons l'évolution de capacité et de surface en différentes cotes par l'utilisation des courbes HAUTEUR/ CAPACITE et HAUTEUR/ SURFACE.

II.2.1. Perte de surface par cotes :

En constate qu'à partir de la cote 580, on commence à avoir des pertes de surface sur toutes les périodes ;

Sur les treize ans d'exploitation [1973-1986] le barrage de K'sob a perdu une surface maximale de 16,43 Ha à la cote 592, puis il atteint une valeur de 0 à partir de la cote 598 ;

Après dix-huit ans [1986-2004] la superficie perdue maximale est de l'ordre de 147,143 ha à la cote 546 , puis le surface commence a augmenter rapidement jusqu'à la cote 605 avec une superficie perdue de 5 ha ;

Durant la période 2004-2005 le barrage a vu un gain de superficie, qui a atteint une valeur maximale de 13,43 ha à la cote (590) ;

Toutefois sur les 3 ans qui suivent, le barrage de K'sob a perdu une valeur maximale de 20,539 ha à la cote (602), puis la perte de surface va en diminuant pour atteindre 2,44 ha à la cote normale ;

En conclure que sur les 35 ans [1973-2008] , le barrage a vu une perte de surface relativement élevée elle a attient 151,026 ha à la cote (596) .

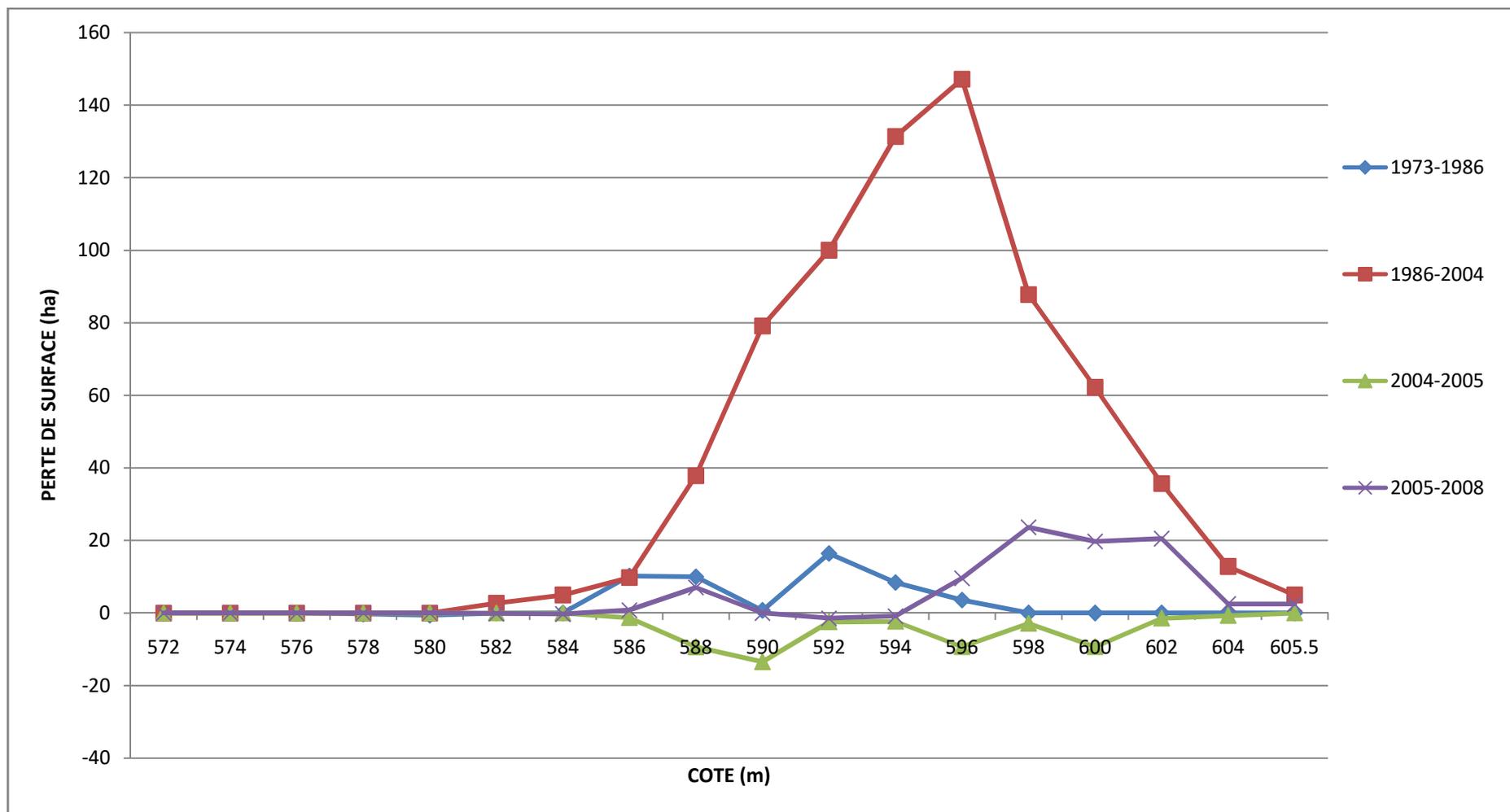


Figure N°12 : perte de surface par cotes du barrage K'sob

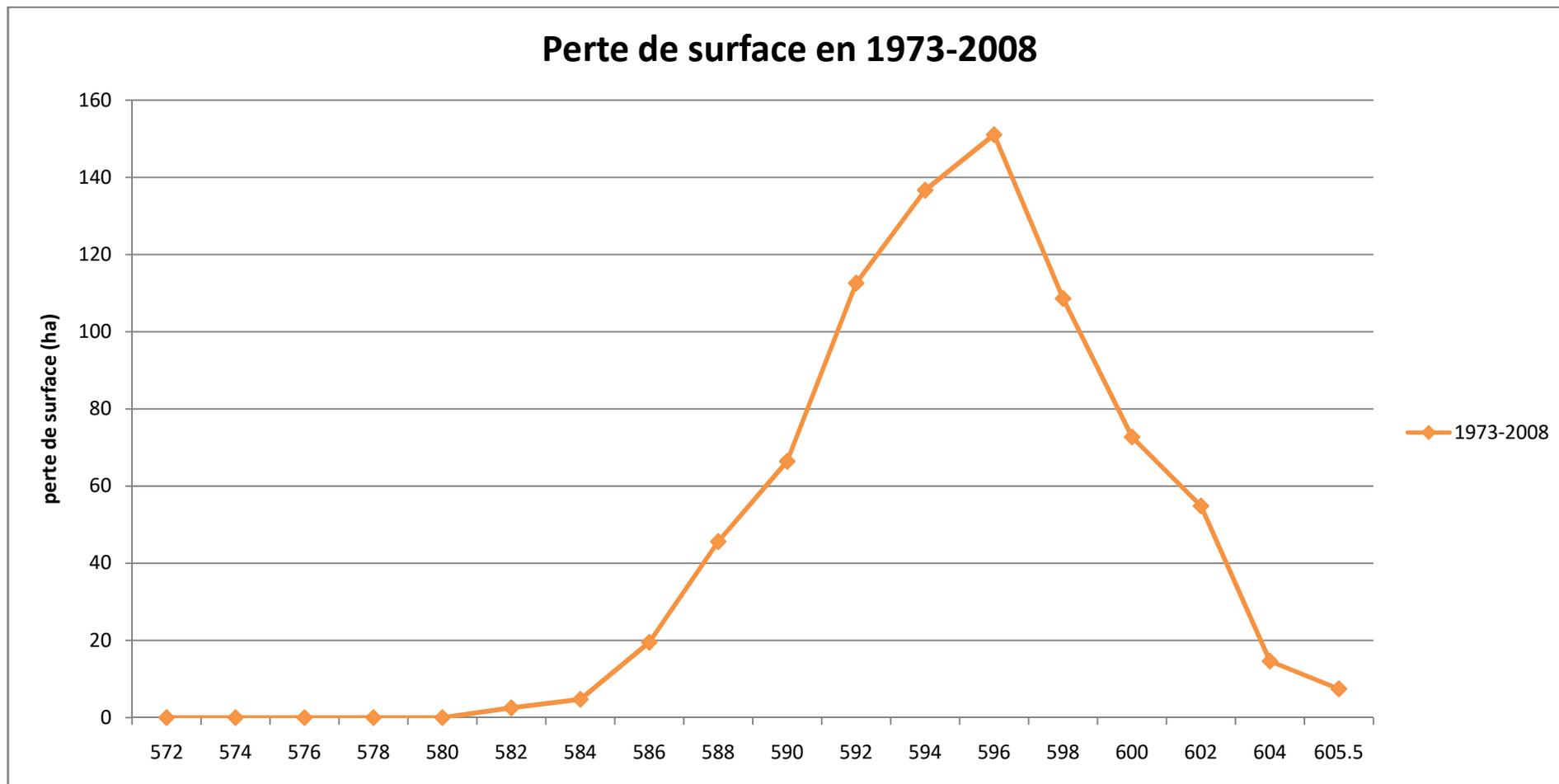


Figure N°13 : perte de surface par cotes en [1973-2008] du barrage k'sob

II.2.2. Perte de capacité par cotes :

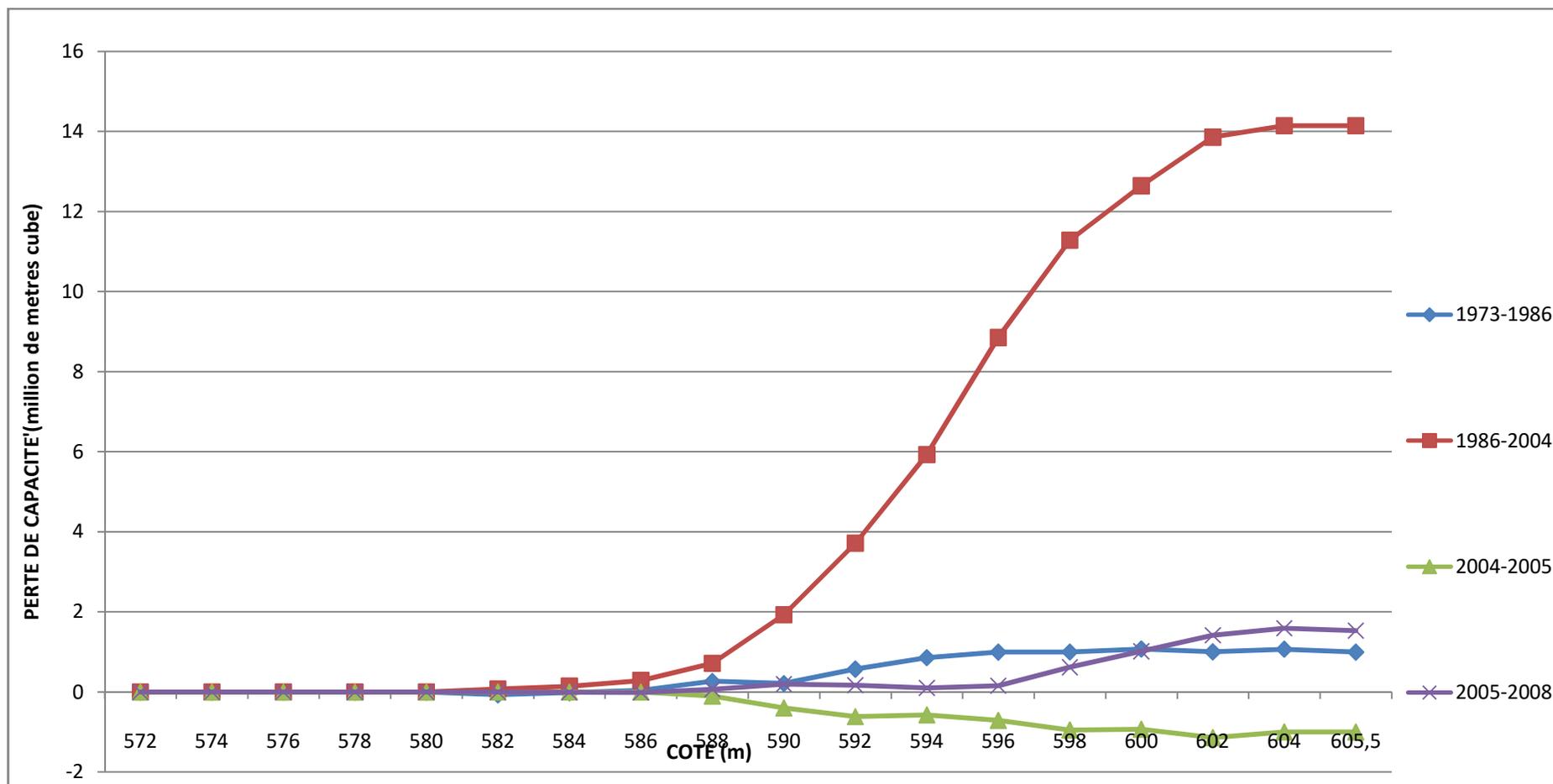


Figure N°14 : perte de capacité par cotes du barrage K'sob

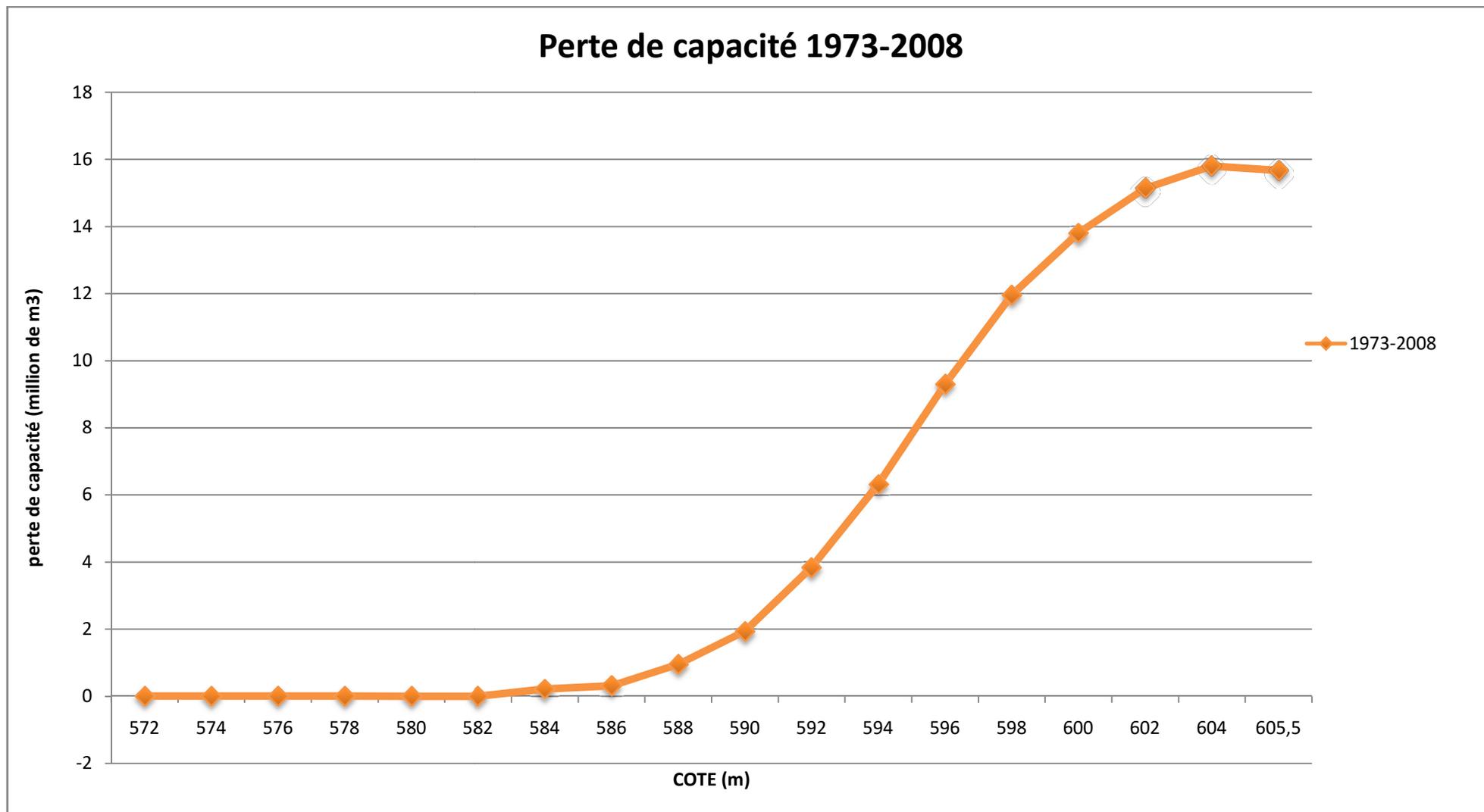


Figure N°15 : perte de capacité par cotes en 1973-2008 du barrage K'sob

Il est intéressant de constater qu'à partir de la cote 582 on commence à avoir des pertes de capacité.

Pour la période [1973-1986] la capacité perdue maximale est de 1 million de m^3 à la cote normale ; après dix huit ans [1986-2004] la capacité perdue est importante, est de l'ordre 14,143 millions de m^3 à la cote normale (604), puis il se stabilise, cette situation est due à un fort taux d'érosion durant cette période ;

Sur la période [2004-2005] on a un gain de capacité de 1,14 million de m^3 sur la cote 602 peut être expliqué par l'opération de dragage effectuée en 2004 ainsi que par le soutirage par vanne de dévasement ;(voir figure N° 11)

Nous pouvons remarquer que durant la période [2005-2008] le barrage perdue une capacité de 1,59 million de m^3 à la cote normale puis il s'est stabilisé ;

En conclusion que la retenue de barrage K'sob a connu une perte de capacité s'est importante et rapide calculée sur la plus grande perte de [1986-2004] durant les trente cinq ans d'exploitation [1973-2008], avec une perte de stockage maximale à la cote normale de 15,802 million de m^3 causé par un volume exceptionnel de vase ont été déposés au fond de la retenue .

III. Profil en long et en travers Du barrage K'sob :

III.1. Le profil en long :

Durant la période [2004-2005] les dépôts vaseux diminuent au pied de barrage puis il s'est stabilisé, cette diminution peut s'expliquer par les opérations de dévasement effectuées pendant cette période ;

Nous constatons durant la période [2005-2008] que les dépôts vaseux diminuent au pied du barrage sur les cotes [583,76 jusqu'à 587,62] et [598 jusqu'à 596,09] causés par une opération de dragage effectuée pour dégager la vanne de fond, puis il a eu une augmentation sur les cotes [587,62 jusqu'à 598] ,[596,39 jusqu'à 602,99] .et [604,79 jusqu'à 603].

III .2. Profils en travers :

1/De [1986-1973]

Il est intéressant de constater que les dépôts vaseux diminuent dans les centres comme portes sur les profils I.II.III.X.XII, et restent constants sur les rives gauche, droite et sur les profils V, VII. Cette diminution peut être expliquée par une opération de dévasement effectué pendant cette période.

2/[1973-2000]

Après dix- huit ans les dépôts vaseux sont très importants au niveau des profils I,II ,X . Et pour le profil III en observe une augmentation importantes sauf une petite diminution au niveau de les cotes [596,44 jusqu'a 605,81] ;

Sur le profil V les dépôts des boues évoluent sur les cotes [608,05 jusqu'à 598,25] , et diminuent sur [598,25 jusqu'a 598,35] , même pour le profil VII on constate une diminution sur les cotes [600,8 jusqu'a 598.20] . Pour le Profil XIII les dépôts évoluent de [602,9 jusqu'a 603,68] , et diminuent de [606,05 jusqu'a 602,9] ;

Ces diminutions sur les petites zones induites par les soutirages par les pertuis de vidanges et par les vannes dévasements (voir figure N°11)

3/[2000-2004]

Il est intéressant de constater que les dépôts vaseux au niveau du profil I ont diminué sur la cote [609,92-591,7], puis ont évoluent jusqu'à [591,98] ;

Nous pouvons remarquer sur le profil II que les dépôts diminuent au niveau de les cotes [609 ,14 jusqu'a 590,62] , puis ils augmentent sur [590,62 jusqu'à 596,13] ;

Sur le Profil III il est constaté une diminution allant de le [606,11 jusqu'a 589] et une augmentation de [589,91 jusqu'à 591,7] et [593.32 jusqu'à 605,81] ;

Sur le Profil V les dépôt des boues diminuent de [608,05 jusqu'a 597,39] , puis ils évoluent jusqu'a [598,36]

Il est intéressant de constater que pour le profil X , les dépôts vaseux ont évolués de manière important sur la cotes [600,17 jusqu'à 599,05] et diminuent sur les rives .

Cette diminution des dépôts sur les bords dus a un soutirage par les pertuis des vidanges et par les vannes de dévasement ainsi que par une opération de dragage réalisé en 2002 (pour l'extraction d'un volume de 4 millions de m³) . [12]

4/[2004-2005]

Nous pouvons remarquer une diminution importante des dépôts au niveau de profil I . Pour le Profil II une augmentation sur les cotes [605,92 jusqu'à 595,75] et [594,22 jusqu'à 588,86], et un diminution [595,75 jusqu'à 594,22] ;

Une diminution remarquable au niveau de profil III sur les cotes [596,78 jusqu'à 591,70] puis il se stabilise ;

Par ailleurs, on constate que les dépôts vaseux restent constants au niveau des profils V ,VII ,X ,XIII ,sauf des petite évolution sur les rive gauche et droite ;

Pour le profil P1 on constate une stabilité des dépôt sur les cotes [606,10 jusqu'à 603,07] , puis ils augmentent sur [601,91 jusqu'à 608,33] ;

La diminution des dépôts sur les cotes précédentes causés par le soutirage par vanne de dévasement et l'opération de dragage (Voir figure N°=11)

5/[2005-2008]

les dépôts des boues augmentent au niveaux des profils I ,V ,VII ,X ,XIII , sauf des petites évolution sur les rives ;

En constate pour le profil II une diminution remarquable des dépôts sur les cotes [592,96 jusqu'à 588,63] et [589,77 jusqu'à 596] ;

Pour le Profil III les dépôts connu une évolution dû par une augmentation et une diminution, et constance sur les cotes [593,73 jusqu'à 596,62] ;

Nous constatons pour le Profil P1 une augmentation des dépôts sur les cotes [607,02 jusqu'à 604,34], puis ils diminuent jusqu'à [601,91], pour finalement reviennent a augmenter jusqu'a la cote [608,76] .

IV. Conclusion :

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

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

Le taux d'envasement total du barrage K'sob a été déterminé à 59,1 % ce qui le classe parmi les barrages a fort taux d'envasement.

la barrage K'sob a connu une perte de capacité importante et rapide durant les trente cinq ans d'exploitation [1973-2008], avec une perte de stockage maximale sur la cote (604) de 15,802 hm³ causé par un volume exceptionnel de vase déposé au fond de la retenue ;

Le barrage a vu une perte de surface relativement élevée durant les trente cinq ans de l'ordre de 151,026 ha à la cote (596) .

Chapitre 04 :

Détermination des zones de fortes sédimentations

L'évolution de la boue dans un barrage est un problème complexe. C'est ainsi que la répartition des sédiments varie d'un endroit à un autre. [1] Dans ce chapitre on a tracé les zones des dépôts et les zones d'érosion pour différentes périodes [figure N° 19], en se basant sur les levées bathymétriques effectuées par ANBT .

I. Les zones des dépôts et d'érosion du barrage K'sob :

De [1968-1973] :

En se basant sur les levées bathymétrique de 1968 et 1973 effectuée par l'ANBT nous avons présenté les zones de dépôts et les zones d'érosion. il est intéressant de constater que la surface d'érosion est beaucoup plus importante que celle des dépôts ;

Ceci ne peut être expliqué, que par un fort dévasement par la technique de dragage effectué durant cette période ;

Cependant, nous avons petite zone de dépôt au pied du barrage près de la rive droite qui peut être interpréter par un dépôt de particules fines lors des manœuvres vannes.

De [1973-2000] :

Il est intéressant de constater que durant la période [1973-2000], la zone des dépôts a beaucoup évolué, ainsi que des petites zones d'érosion sur la rive droite et gauche ;

Cette situation due aux fortes décantations des particules fines drainée par les courants de densité malgré des manœuvres des vannes de dévasement qui a permis d'évacuer une partie de la vase.

De [2000-2004]

Nous pouvons remarquer sur cette période, que les dépôts sont encore augmentés, avec une petite érosion sur les rives et au pied du barrage due aux opérations de dévasement par vanne de dévasement et le dragage effectué.

De [2004-2005] :

Durant la période [2004-2005], nous avons une grande zone de stabilité (ni érosion, ni dépôt), et une petite zone de dépôt ainsi qu'une zone d'érosion près de la digue ;

Ceci est expliqué par le soutirage par la vanne de fond et l'opération de dragage a été effectuée.

De [2005 -2008] :

Il est intéressant de constater que durant la période [2005-2008] une surface de dépôt très importante sur toute la retenue explique bien que la boue drainée durant cette période n'a pas été soutirée ;

On observe une zone d'érosion près de la rive gauche et droite. Cette situation due aux opérations de dévasement (dragage) ont été effectuées dans le but de dégager la vanne de fond.

II. Conclusion :

Les zones de dépôt est beaucoup plus importante que celle d'érosion sur les trois périodes [1973-2000] , [2000-2004] ,[2005-2008] peut être interpréter par un dépôt de particule fines, et l'obturation les organes de vidange a partir de l'année 2000.

Sur les deux périodes [1968-1973] ,[2004-2005] les zones d'érosions sont plus importantes explique le soutirage des courants de densité au moment de leur arrivée près des pertuis de vidange, ainsi que l'efficacité des opération des dragages effectuée .

Liste des figures

Figure 01 : Envasement classique	4
Figure 02 : Envasement des barrages par courant de densité	4
Figure 03 : ORGANIGRAMME GENERAL DE L'ENVASEMENT	5
Figure 04 : Situation geograpfique du barrage K'sob	17
Figure 05: la forme de la retenue de barrage K'sob	18
Figure 06: Photo des contreforts	19
Figure 07 : Coupe avale de la digue de barrage K'sob	20
Figure 08 : la digue du barrage K'sob	21
Figure 09: Le Bassin versant de K'sob dans l'ensemble de Chott el Hodna	23
Figure 10 : Evolution du taux d'envasement moyenne annuel du barrage K'sob depuis 1986 a 2004	30
Figure 11 : Histogramme des lâchées effectué du barrage K'sob	31
Figure 12 : perte de surface par cotes du barrage K'sob	33
Figure 13 : perte de surface par cotes en [1973-2008] du barrage k'sob	34
Figure 14 : perte de capacité par cotes du barrage K'sob	35
Figure 15 : perte de capacité par cotes en 1973-2008 du barrage K'sob	36
Figure 16 : Profil en long	40
Figure 17 : Profils en travers	41-49
Figure 18 : Zones de dépôts et zones d'érosions	53-57

Liste des tableaux

Tableau 01: Équation de SOGREA H selon la perméabilité du socle	10
Tableau 02 : Valeurs caractéristique des paramètres a et b d'après Benkhaled et Remini (2003).	15
Tableau 03 : La répartition mensuelle de l'évaporation	24
Tableau 04 : Evolution de la Surface du réservoir du barrage K'sob à la cote de retenue normale RN=604.00 m	28
Tableau 05 : Evolution des volumes et du taux d'envasement (à la cote de retenue normal RN=604.00 m) du barrage K'sob	29
Tableau 06 : Evolution du taux d'envasement du barrage K'sob 1986-2008	29

Conclusion générale :

Dans les régions arides, le phénomène de l'envasement est un problème hydraulique qui menace sérieusement la capacité des barrages. C'est l'une des conséquences la plus dramatique de l'érosion hydrique. [15]

Le barrage de K'sob est situé dans la wilaya de M'silla. C'est un barrage à voutes multiples construit, et élevé à cet endroit entre les années 1934 et 1940, permettant l'irrigation de la région.

Le transport solide dans l'oued de K'sob est très important surtout en période de crue, les quantités de terre érodées aux niveaux du bassin versant sont drainées par le cours d'eaux vers le barrage, qui est classé parmi les barrages les plus envasés de l'Algérie.

Les levées bathymétriques de la retenue, effectués en 1986, 2000, 2004, 2005, 2008 par l'Agence nationale des barrages et transfert [ANBT], montrent qu'en 1985, le volume utile était $26,37 \text{ Hm}^3$, soit une diminution de $10,77 \text{ Hm}^3$ en 2000, et qu'en 2004, il aurait été réduit à $12,34 \text{ Hm}^3$, soit une diminution de $3,26 \text{ Hm}^3$ du volume initial, et en 2005, soit une augmentation de capacité de $1,056 \text{ Hm}^3$. Le dernier levée bathymétrique effectuée en 2008 montre une diminution de $1,558 \text{ Hm}^3$ que celle de 2005.

la retenue de barrage K'sob a connu une perte de capacité importante et rapide durant les trente cinq ans d'exploitation [1973-2008], avec une perte de stockage maximal sur la cote normale de $15,802 \text{ hm}^3$ causé par un volume exceptionnel de vase ont été déposés au fond de la retenue.

Pour les taux d'envasement moyenne annuel nous constatons qu'après un forte taux (2,917 %) sur la période [1986-2000], ce dernier à augmenter à (3,09 %) sur la période [2000-2004], pour finalement diminuer et atteindre un taux annuel de (1,966 %) sur la période [2005-2008].

Le taux d'envasement totale du barrage K'sob durant la période [1986-2008] a été déterminé à 59,1 % ce qui le classe parmi les barrages à fort taux d'envasement avec un taux d'envasement moyenne annuelle de 2,686.

Les zones de dépôt sont beaucoup plus importantes que celles d'érosion sur les trois périodes [1973-2000] , [2000-2004] ,[2005-2008], cela peut être interpréter par un dépôt de particule , et l'obturation les organes de vidange à partir de l'année 2000.

Sur les deux périodes [1968-1973] ,[2004-2005] les zones d'érosion sont plus importantes grâce au soutirage des courants de densité au moment de leur arrivée près des pertuis de vidange, ainsi que l'efficacité des opération des dragages effectuée (2004) .

Le soutirage des courants de densité au moment de leur arrivée près des pertuis de vidange, peut être une bonne solution pour réduire le taux d'envasement du barrage, Par contre, la non ouverture des vannes de fond, provoque une onde de retour, puis la stabilité du fluide dense et enfin la décantation des particules fines (formation des dépôts). [15]