

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



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 :

**Détermination des zones optimales de dragage du barrage de K'sob
(M'sila)**

Présenté par :

FAMBAI China Noé

STAMBOULI Abdel Krim Ghazi

Devant le jury composé de :

M. Moussaoud N.	Université de Blida 1	Président
M. Bessenasse M.	Université de Blida 1	Examineur
M. Remini B.	Université de Blida 1	Examineur
M. Hallouche O.	Université de Blida 1	Promotrice

Promotion 2016/2017

REMERCIEMENTS

On remercie premièrement à Dieu par sa volonté, le courage et la force qui nous a concédé, afin de faire ce projet.

*On adresse nos remerciements à notre promotrice et professeur à l'Université de Blida-1, « **Madame HALLOUCHE Ouassila** », pour avoir accepté de travailler avec nous et pour sa patience pendant ce travail.*

On remercie aux membres du jury pour avoir accepté de venir examiner notre travail et vous dire que on a l'honneur de vous voir présents.

*On voudrait vous exprimer toute notre reconnaissance à l'ensemble des enseignants de Départements de Sciences de l'Eau et l'Environnement surtout au chef de Département Monsieur **BENSAFIA** pour ses conseils créatifs.*

Nos sincères remerciements vont à l'Agence Nationale de Barrages et Transfert (ANBT) pour nous avoir reçus et pour avoir accepté de nous accorder les données disponibles et la permission d'accès au barrage de K'sob.

*Nos sincères remerciements vont à l'équipe de la société Hydro-dragage et particulièrement au chef de chantier **Mr KHELLAF** et le gérant **Mr SAHLI RIDHA** pour nous avoir reçu et partager leur expérience lors de la visite du Barrage de K'sob.*

*Nos sincères remerciements vont au Directeur du barrage de K'sob, **Mr BENIDIR EL MEHDI** pour ses orientations et ses conseils créatifs pendant la visite.*

Merci à nos familles pour leur soutien durant la formation que n'était pas facile.

Merci à tous nos collègues, sans exception pour leur soutien et compagnie pendant ce long parcours.

Merci à tous nos amis, qui nous ont aidés directement ou indirectement durant ce projet.

DEDICACE

Je dédie ce travail

*A ma chère Mère et à cher mon père, qui avec leur amour, encouragement, soutien tant moral que matériel et leur patience m'ont donné le meilleur qui ils pouvaient. A mes frères **Fambai Ito Noé**, **Fambai Noé junior**, **Fambai Ndasse Noé**, **Fambai Elias Noé**, **Fambai Clausio Noé**, **Fambai Xadrequé Noé**, **Fambai Alice Noé**, **Fambai Nilza Noé**, qui m'ont soutenu de près ou de loin.*

A mes très chers amis, Chauque Adão Ernesto, Matuassa Armindo Ernesto, Mulima César Rachid, Mulima Trenciano Rachid, Chíchongue Adão Ernesto, Chauque Jossefa Carlos, Chauque Timotio Daniel, qui m'ont donné leur encouragement et conseils amicaux.

A mes compatriotes qui j'ai connus grâce à cette opportunité des études, Macamo Bernardo Amizade, Sixpence António, Chambe Cristovão et autres pour entraide mutuelle qu'ils m'ont témoignée.

FAMBAI China Noé

DEDICACE

Je dédie ce travail

A mon cher papa SEDIKE et à ma précieuse maman KARIMA, pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements.

A mes chers frères : Mrd SALIM, ABDELRRAHMEN, et Mrd YACINE.

A ma cher sœur NOUR HÈNE et mes belles sœurs pour leurs encouragements et leur soutien moral ainsi que pour mes petits neveux YUCEF ESSEDIK et Mrd AMINE.

A mes chers amis MEHDI, A-karim et Ismaïl.

A tous mes camarades de l'USTHB et de l'U de BLIDA (Abdou préséde ne, Hossem l'omda, Rahim BV, Ilyes et mes camarades de classe).

A toute ma famille (tantes, oncles, cousines et grand mères Chrifa et Zhour).

A Madame REMINI qui m'a guidé tout au long de mon travail.

A toutes les personnes que j'aime.

Et à toutes personnes ayant participé de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.

STAMBOULI A-KARIM GHAZI

الملخص

نظرا لترسب الوحل في السدود بوتيرة سريعة. أصبح التجريف من أهم الطرق لمواجهة هذه الظاهرة.

عدة سدود في الجزائر خاضت هذه التجربة من أجل استرجاع جزء من طاقة التخزين الأولية، وقدمت هذه العملية نتائج مرضية.

و في هذه الدراسة المخصصة لهذه العملية قمنا بتحديد و عرض المناطق الواجب العمل عليها بالاعتماد على المخططات الموضحة لتضاريس قاع السد.

سد القصب كان التطبيق العملي لهاته الدراسة و مقارنتها مع عمليات التجريف السابقة لهذا السد.

كلمات البحث: سد القصب، تجريف الطين، المجالات التي سيتم تجريفها، وملاح.

Résumé

Face à l'envasement intensif, le dragage est indispensable pour lutter contre ce phénomène.

En Algérie plusieurs barrages ont subi cette opération pour récupérer une partie de leurs volumes de stockage. Cette technique a donnée de bons résultats.

Ce projet est consacré à cette technique et essaye de l'optimiser en proposant les zones à dévaser en se basant sur les profils qui nous indiquent la disposition de la vase et sa localisation.

Le barrage de k'sob, nous permet de faire une application de cette proposition et la comparer avec une ancienne opération de dragage qu'a subi ce barrage.

Mots clés: Barrage du K'sob, dragage, vase, zones à draguer, profils.

Abstract

As a response to the intensive silting, dredging is essential to fight against this phenomenon. In Algeria, several dams have undergone this operation to recover part of their storage volumes. This technique has given good results.

This project concerns the techniques of dredging and attempts to optimize it by proposing the zones to be devastated based on the profiles which indicate the disposition of the silt and its location.

The dam of k'sob, allows us to make an application of this proposal and compare it with an old dredging operation that suffered this dam.

Key words: K'sob dam, dredging, vase, dredging areas, profiles.

1.6.2.2. Confinement en berge.....	25
1.6.3. Dépôt en milieu aquatique.....	26
1.6.3.1. Rejet en eau libre.....	26
1.6.3.2. Le confinement en milieu aquatique.....	26
1.7. Conclusion.....	27
CHAPITRE 02 : DRAGAGE DANS LE MONDE ET EN ALGERIE.....	28
2.1. Dragage dans le monde.....	29
2.1.1. Barrage de Génissiat.....	29
2.1.2. Barrage M. Homadi.....	30
2.2. Dragage dans l'Algérie.....	31
2.2.1. Barrage de Fergoug.....	31
2.2.2. Barrage de Cheurfas.....	32
2.2.3. Barrage de Sig.....	32
2.2.4. Barrage de Marais de Reghaia.....	33
2.2.5. Barrage de Hamiz.....	33
2.2.6. Barrage de Zardezas.....	33
2.2.7. Barrage de Foum El Gherza.....	34
2.2.8. Barrage de Merdja Sidi Abed.....	34
2.2.9. Barrage de Bakhadda.....	35
2.2.10. Barrage de Bouhanifia.....	35
2.3. Conclusion.....	39
CHAPITRE 03 : ZONES DE DRAGAGE DU BARRAGE K'SOB.....	40
3.1. Présentation du barrage de K'SOB.....	41
3.1.1. Situation géographique du barrage.....	41
3.1.2. Caractéristiques de la Digue.....	41
3.2. Envasement du barrage de K'sob.....	42
3.3. Dragage du barrage de K'sob.....	44
3.3.1. Différentes opérations de dragage.....	44
3.4. Comment se fait l'opération de dragage ?.....	45
3.5. Proposition d'une opération de dragage.....	47
3.5.1. Schématisation de répartition de vase déposée.....	54
3.6. Conclusion.....	55
Conclusion générale.....	56
Références Bibliographiques.....	58

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Les impacts positifs et négatifs de dragage.....	23
Tableau 2.1 : Barrage Génissiat.....	30
Tableau 2.2 : Barrage M. Homadi.....	30
Tableau 2.3 : Etat d'envasement des barrages.....	37
Tableau 2.4 : Rendement du dragage.....	38
Tableau 3.1 : Etat d'envasement du barrage de k'sob	42
Tableau 3.2 : Rendement du dragage du barrage du K'sob.....	45
Tableau 3.3 : Estimation du volume et du cout des deux opérations.....	54
Tableau 3.4 : Répartition de la vase suivant la hauteur.....	55

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 : Types de dragage.....	15
Figure 1.2 : Types de dragage mécaniques.....	15
Figure 1.3 : Drague à cuillère.....	16
Figure 1.4 : Drague à godet.....	17
Figure 1.5 : Drague à benne.....	17
Figure 1.6 : Les types de dragage hydrauliques.....	19
Figure 1.7 : Drague suceuse simple.....	19
Figure 1.8 : Drague suceuse à déségrégation.....	20
Figure 1.9 : Drague suceuse autoporteuse.....	20
Figure 1.10 : Différents depots.....	24
Figure 1.11 : Problèmes du dépôt sécuritaire en milieu terrestre.....	24
Figure 1.12 : Problèmes du confinement en berge.....	25
Figure 1.13 : Problèmes du rejet en eaux libres.....	26
Figure 1.14 : Problèmes du confinement en milieu aquatique.....	27
Figure 2.1 : Rendement de l'opération.....	39
Figure 3.1 : Localisation du barrage k'sob	41
Figure 3.2 : Capacité perdue.....	43
Figure 3.3 : Taux d'envasement annuel de 1986 à 2008.....	44
Figure 3.4 : Vue d'en haut.....	48
Figure 3.5 : Profil en long.....	49
Figure 3.6 : Profil en travers I.....	50
Figure 3.7 : Profil en travers II.....	51
Figure 3.8 : Profil en travers III.....	52

Figure 3.9 : Profil en travers V.....	53
Figure 3.10 : Répartition de la vase suivant la hauteur.....	54

LISTE DES PHOTOS

Photo 1.1 : Une drague autoporteuse.....	21
Photo 2.1 : Barrage de Génissiat.....	29
Photo 2.2 : Barrage de Fergoug.....	31
Photo 2.3 : Conduites forcés.....	31
Photo 2.4 : Illustration de taux d'envasement.....	31
Photo 2.5 : Barrage de Cheurfas.....	32
Photo 2.6 : Barrage de Zardezas.....	33
Photo 2.7 : Barrage de Foum el Guerza.....	34
Photo 2.8 : Barrage de Bakhadda.....	35
Photo 2.9 : Barrage de Bouhanifia.....	36
Photo 3.1 : Le dragage du barrage de K'sob.....	45
Photo 3.2 : Désagrégateur utilisé par la drague.....	46
Photo 3.3 : La zone de rejet de k'sob.....	47

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

L'envasement est un phénomène qui menace les barrages à travers le monde. En Algérie, selon les levés bathymétriques réalisés en 2004 sur 52 grands barrages en exploitation d'une capacité de 5.2 milliards de m³ reçoivent annuellement 32 Mm³ de vase [1]. Autres levés bathymétriques réalisés en 2016 sur 74 grands barrages d'une capacité de 8 milliards de m³ sont amputés de 50 Mm³ annuellement [2].

Le dragage constitue l'un des moyens de lutte contre l'envasement pour sauver la vie des barrages en récupérant une certaine capacité de stockage et répondre ainsi aux objectifs de leurs constructions. Ce moyen de lutte pose de nombreux problèmes : environnementaux dues au rejet des sédiments dans les milieux aquatiques et terrestres ; économiques vu qu'il nécessite un cout élevé et sans oublier le changement de topographie [6].

La technique de dragage se divise en trois groupes : mécanique, hydraulique et hydrodynamique, chaque une de ces techniques a ses avantages et ses inconvénients. Le choix de la technique est relatif aux types des sédiments à draguer, cout, etc [7], [8], [9].

Bien que l'Algérie a commencé à s'intéresser à cette technique de dévasement dans les années 50, certains de ses barrages présentaient un état critique d'envasement selon le levés bathymétriques réalisés entre 2004-2006. Suite à cet envasement de nombreux barrages algériens ont subi des opérations de dragage qui ont permis de récupérer un important volume de leurs capacité, exemple : Barrage de Fergoug, Bakhadda, Foum El Guerza, K'sob et autres [15].

Dans notre travail, on a voulu proposer une opération de dragage où les zones à dévaser sont déterminées grâce à des outils scientifiques (profils en long et travers) pour optimiser cette opération. Le barrage de K'sob est un barrage qui a souffert de l'envasement et a subi des opérations de dragage permettant de le soulager d'un important volume de vase. Ce barrage, dans cette étude, fait l'objet d'une comparaison entre le dragage appliquée actuellement et notre proposition de dragage. Cette comparaison prend en compte le volume extrait et le cout de l'opération de dragage.

CHAPITRE 01:
GENERALITES SUR LE DRAGAGE

1.1. Définition de Dragage

Le dragage est un moyen technique de dévasement. Il permet d'extraire une quantité de sédiments déposés dans la retenue et de récupérer ainsi du volume de stockage du barrage [3].

Quand le dragage a pour but l'entretien du barrage, il peut durer dans le temps et être coûteux. Les premières opérations de dragage qu'a connu l'humanité reviennent à la période néolithique en Egypte et en Mésopotamie où des terres fertiles des estrans ont été déplacées vers des terres arides dans le but de les irriguer et de les rendre fertiles [4].

1.2. Le processus de dragage

Pour réaliser un dragage, trois étapes sont nécessaires [5], [6]:

- **Excavation:** permet le dégagement et l'extraction.
- **Transport des matières excavées :** les différentes méthodes utilisées sont les barges, les puits de dragues, pompages à travers des pompes centrifuges (pipelines) ; utilisation de vague naturelles; courants naturels, les camions et les bandes transporteuses.
- **Utilisation des matières draguées [5]:**
 - la protection du littoral, par exemple l'engraissement des plages, l'alimentation terrestre/au large, après un retraitement géré ;
 - l'agriculture, l'horticulture, la sylviculture ;
 - le développement ou l'amélioration de l'habitat des organismes aquatiques, des oiseaux, les bancs de boue, les marécages ;
 - l'élévation des terres de faible altitude;
 - la production de matériaux de construction, tels que: les briques, l'argile, les agrégats ;
 - les travaux de construction en faisant le remplissage de fondation, des digues.

1.3. Les techniques de dragages

Ils existent trois types de dragages: **Les dragages mécaniques** ; **Les dragages hydrauliques** et **Les dragages hydrodynamiques** qu'on pratique selon le type de la vase à draguer et l'objectif à atteindre. Figure ci-dessous l'illustre [7], [9].

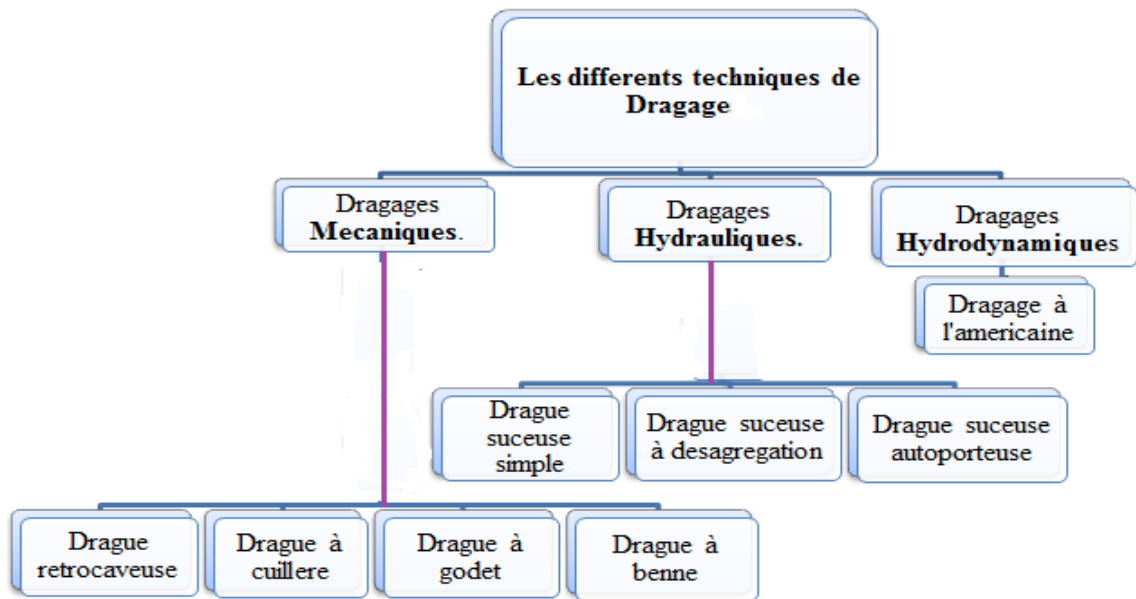


Figure 1.1 : Types de dragage.

1.3.1. Les dragages mécaniques

L'opération se fait soit depuis les berges, soit depuis la surface grâce à des engins à godet. Cette méthode est utilisée beaucoup plus pour l'extraction de sédiments pollués. Les dragages mécaniques se sous divisent en quatre principaux sous-groupes [7], [8] :

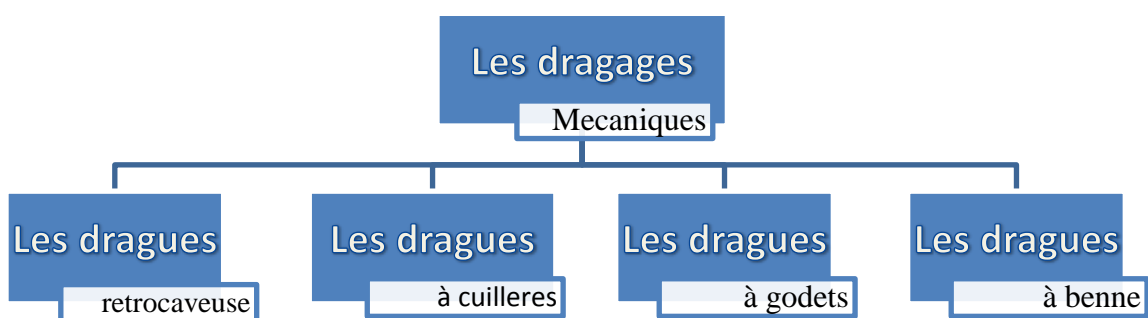


Figure 1.2 : Types de dragage mécaniques.

Ce type de dragage utilise généralement deux types de méthodologies qui sont :

1. Dragage à l'eau ;
2. Dragage à l'issue d'une mise à sec qui consiste à faire sécher la zone dans laquelle on souhaite réaliser le dragage avant que les engins mécanique ne soient mis en service.

1.3.1.1. Les dragues retro-caveuses

C'est une technique de dragage qui utilise une excavatrice montée sur le pont lequel est renforcé par un chaland .l'inconvénient de cette méthode est que les sédiments fins sont mis en suspension mais elle offre des avantages, tels que [7], [8]:

- Une très bonne précision ;
- La densité des sédiments dragués reste constante ;
- La mixture des couches sédimentaires est évitée ;
- La drague (ponton) a une bonne stabilité ;

1.3.1.2. Les Dragues à cuillères

C'est une drague à pelle mécanique connectée à un ponton armé de 3 béquilles pour maintenir la drague et soulever le ponton .cette technique permet d'enlever les roches tendres, les sédiments non durs et les infrastructures submergés mais lors du soulèvement du godet on a une perte élevée des sédiments fins [7], [8].

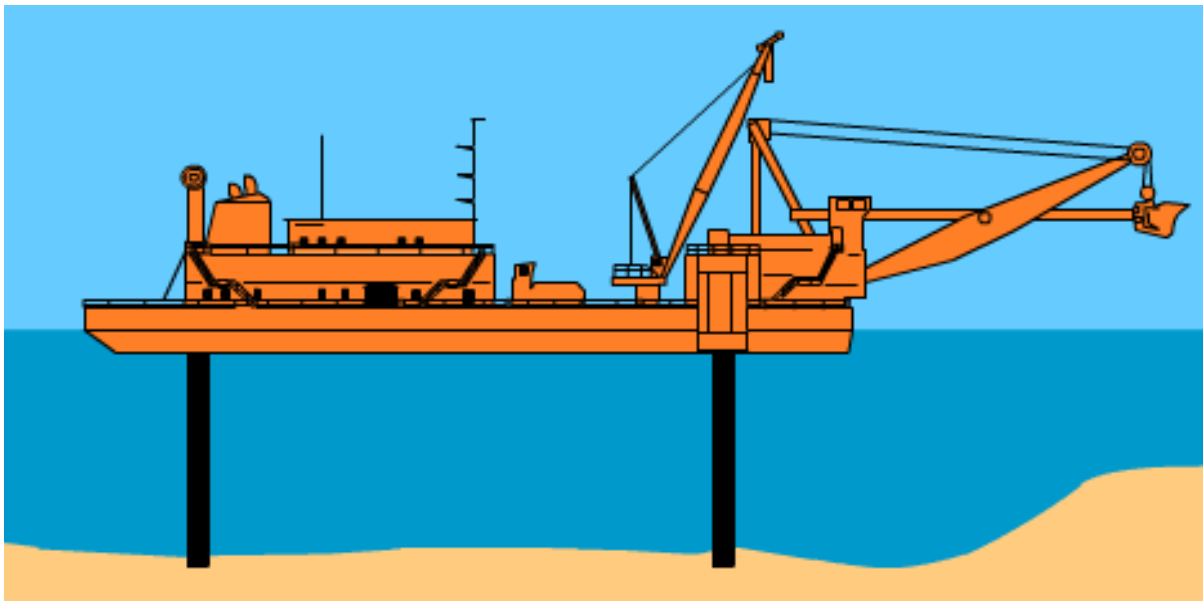


Figure 1.3 : Drague à cuillère [10].

1.3.1.3. Les dragues à godets

La drague à godets est une opération qui se fait au repos à cause de la chaîne lourde sur la proue et le câble solide fixe à l'ancre de la proue. Au bout d'un moment, on remarque que la drague a avancé d'une certaine distance et la chaîne à godet a pénétré une certaine profondeur à cause des mouvements circulaires des treuils [11].

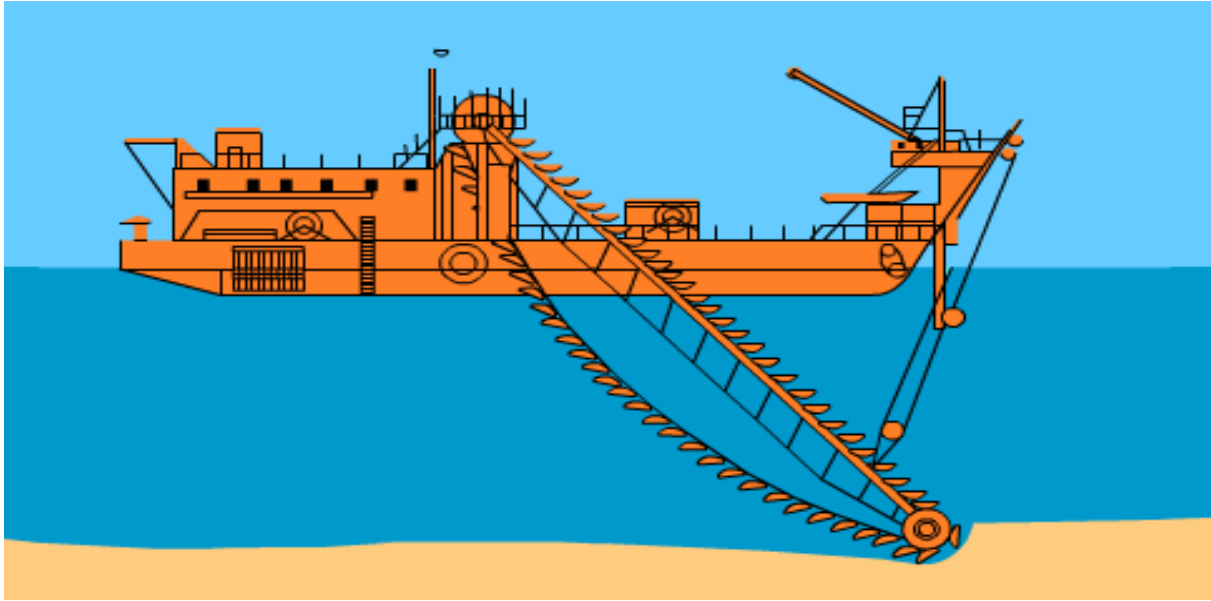


Figure 1.4 : Dragage à godet [10].

1.3.1.4. Les dragues à benne.

C'est un quai flottant à l'aide d'un remorqueur ou d'un autopropulseur. La drague est disposée sur une grue montée sur un ponton qui peut être équipé de puits à clapets pour recevoir les déblais. Ces déblais peuvent être transportés par des chalands ou barges, ce type de drague est le plus utilisé dans le monde. [7-8].

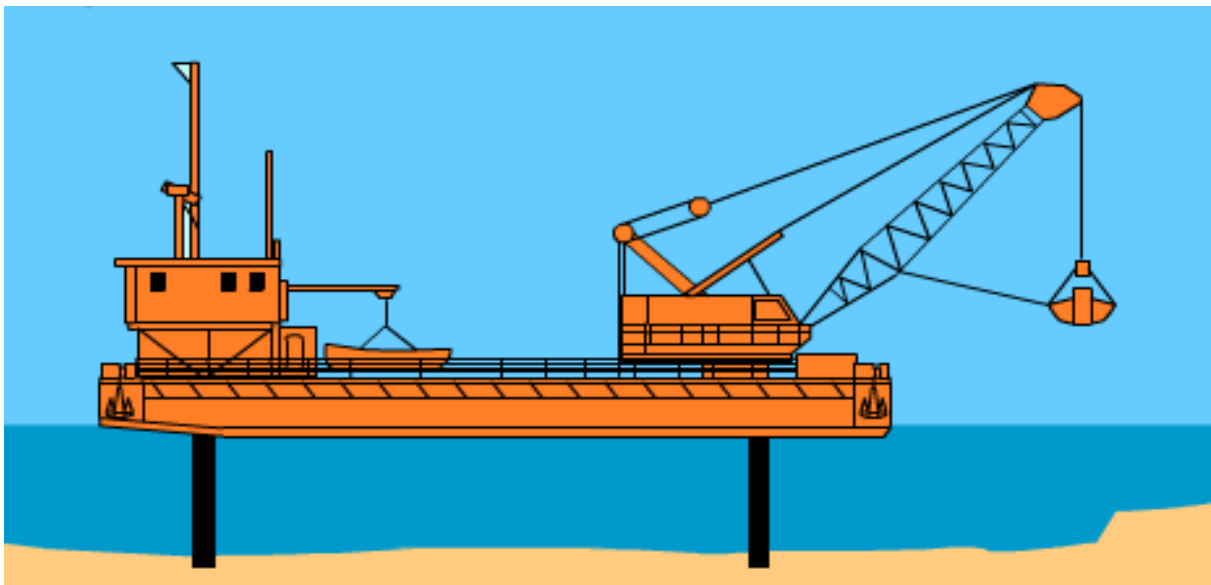


Figure 1.5 : Dragage à benne [10].

Les dragues à benne preneuse sont des appareils gênants, précis et aussi flexibles dans les eaux en agitation grâce à leur capacité de se déplacer dans le sens vertical. Ils sont capable de faire flotter les sédiments dragués en différentes étapes du dragage telles que :

- Lors de l'impact de la benne sur le fond ;
- Lors de sa pénétration dans les sédiments ;
- Lors de la remontée du matériel ;
- Lors du débordement de la charge draguée des barges ou chalands ;
- Lors du rejet des sédiments en eau libre ;

1.3.1.5. Les principaux avantages et inconvénients des dragues mécaniques

Les avantages des dragues mécaniques sont [12] :

- La mise en œuvre de cette technique est flexible en présence des obstacles et pour les matériaux meubles ;
- Le cout est faible vu qui volume de sédiments est faible ;
- A côté ou au niveau de la rive et dans les zones qui subissent des inondations, cette technique permet l'évacuation de matériaux pollués avec efficacité ;
- Possibilité de réaliser les travaux en toute sécurité près des ouvrages hydrauliques surtout immobiles telle que la plate-forme ;
- Demande d'une petite surface pour le dépôt de sédiments dragués, leur transport et leur traitement ;
- Les sédiments enlevés subissent des petites modifications et la teneur en eau est faible;
- Possibilité de transporter sur de longues distances, les sédiments dragués ;
- La turbidité est faible due à l'utilisation de barges pour le rejet en eaux libres ;
- Dans les zones avec une faible profondeur le dragage est plus précis.

Les inconvénients des dragues mécaniques sont [12]:

- Lorsqu'il n'y a pas la possibilité de rejeter en eaux libres, il y a des manœuvres supplémentaires obligatoires;
- Constitue une obstruction pour la navigation durant les travaux ;
- Dans les sédiments contenant beaucoup d'eau cette technique n'est pas très efficace;
- La quantité de sédiments dragués est faible ;
- Le risque de contamination des ouvriers en contact direct avec les matériaux dragué.

1.3.2. Les dragages hydrauliques

Ce type de dragage se fait grâce une drague desagregatrice qui arrache les sédiments soit par jet d'eau sous pression, ou par un outil en rotation (desagregateur). Les sédiments arrachés sont aspirés à l'aide de pompes jusqu'à la zone de rejet [13].

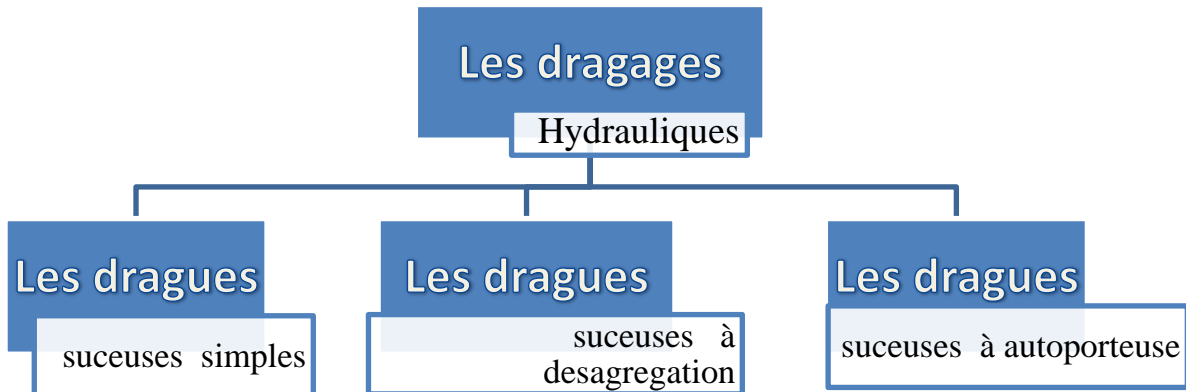


Figure 1.6 : Types de dragages hydrauliques.

1.3.2.1. La drague suceuse simple

C'est à l'aide d'une pompe centrifuge que cette drague fonctionne, un système de câbles d'ancrage favorise son déplacement [13].

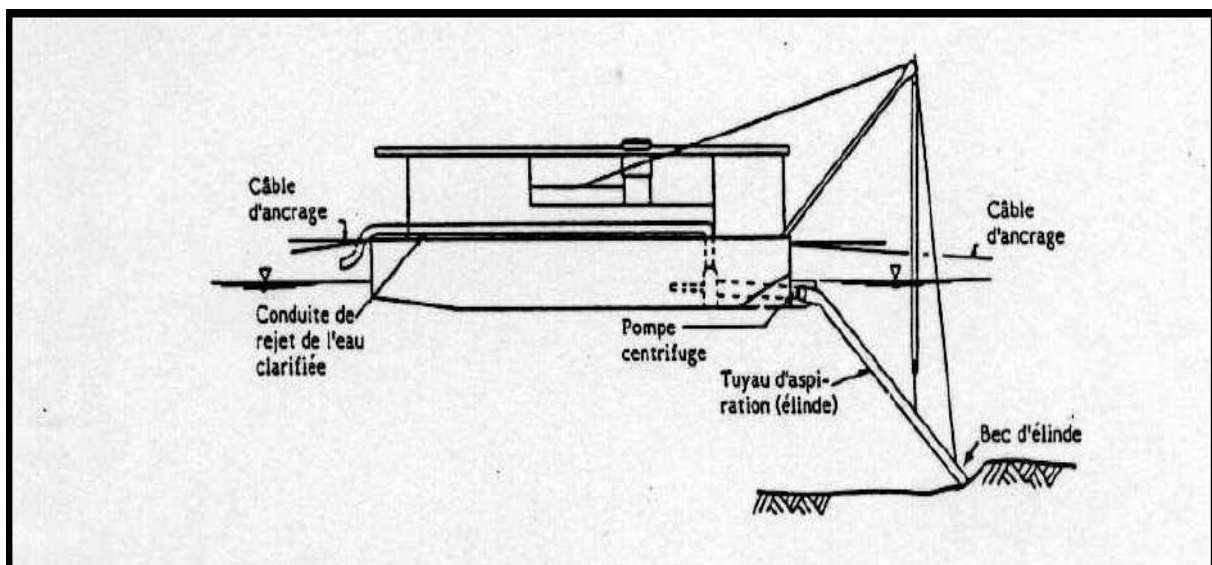


Figure 1.7 : Drague suceuse simple [14].

1.3.2.2. La drague suceuse à désagrégation

C'est grâce au désagrégateur que les matériaux cohésifs et durs sont fragmentés. L'élince aspirante connectée à l'extrémité du désagrégateur, permet l'évacuation des sédiments. Un dépôt de vase de 1 à 3 m est nécessaire pour un bon rendement [12].

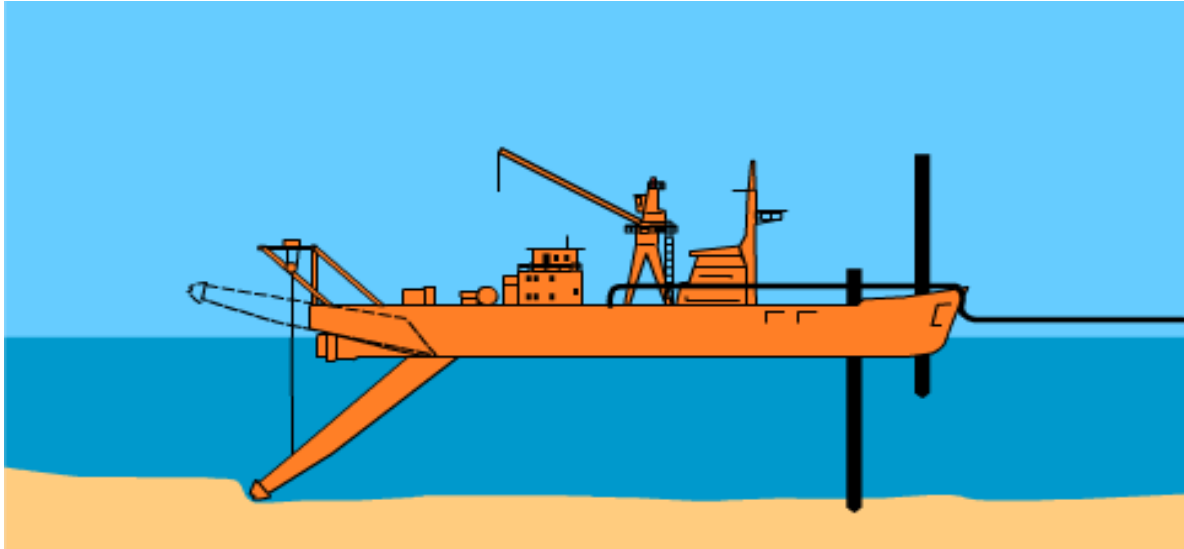


Figure 1.8 : Drague suceuse à désagrégation [10].

1.3.2.3. La drague suceuse autoporteuse

La conduite d'aspiration aspire les sédiments arrachés du fond grâce au bec, ces derniers sont stockés au niveau du navire qui porte la drague le surplus d'eau peut être récupéré. Les sédiments dragués sont par la suite emmenés à la zone de décharge [8], [12].

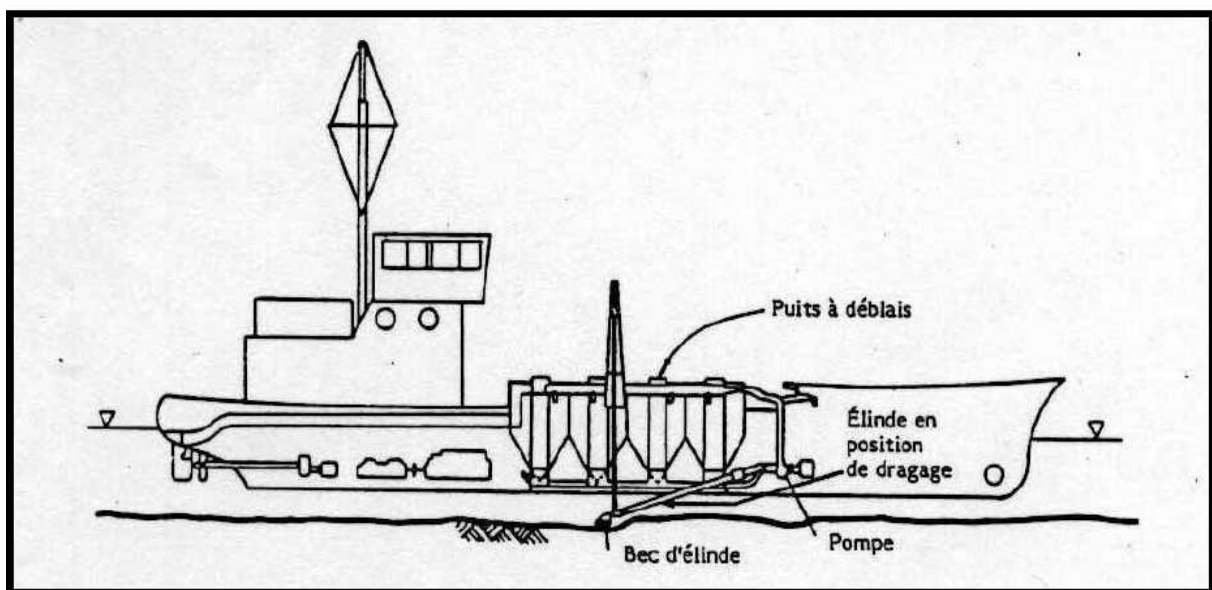


Figure 1.9 : Drague suceuse autoporteuse [14].



Photo 1.1 : Une drague autoporteuse [15].

1.3.2.4. Les principaux avantages et inconvénients des dragues hydrauliques

Les avantages des dragues hydrauliques sont :

- Quantité élevée de sédiments dragués allant jusqu'à quelques centaines de m³ par heure ;
- L'eau n'est pas trop turbide après l'opération ;
- Utilisation non limitée par les vitesses de courant ;
- Le transport par pipeline fait qu'on a une réduction des risques surtout dans les zones polluées;
- Le coût est faible pour l'excavation de volumes importants [12].

Les inconvénients des dragues hydrauliques sont [12]:

- Les sédiments dragués ont une teneur en eau élevée qui varie entre 80 % et 90 %.
- Les sédiments dragués exigent un grand espace pour leurs dépôts à cause de leurs quantités élevées ;
- Exigence de traitement des eaux ;

- Limitation de la navigation durant un certain temps due la présence de la drague et pipeline ;
- La turbidité est élevée due à l'utilisation de pipeline pour le rejet en eau libre ;
- Les pompes sont endommagées par le gaz présent dans les sédiments ;
- Des fois la pollution sonore est très élevée ;
- Le transport se fait pour de courtes distances.

1.3.3. Le dragage hydrodynamique

Le dragage hydrodynamique consiste à utiliser le principe de la remise en suspension des sédiments, qui par la suite sont transférés vers un endroit déterminé grâce à un courant naturel ou un courant artificiellement entretenu [16].

1.3.3.1. Les dragages à l'américaine

Généralement, le dragage à l'américaine se fait dans les rivières et les fleuves à grand débits car le rejet des sédiments dragués se fait dans l'eau et leur évacuation en utilisant le courant naturel du cours d'eau [17], [18].

Le principe de cette technique est de faire flotter les sédiments à l'aide d'une hélice ou en injectant un air dans le cours d'eau ou fleuve. Dans certain cas une conduite est utilisée pour assurer le transport de sédiment dragués jusqu'à la zone de rejet ou de traitement. Les sédiments se déposent le plus souvent en aval [17], [18].

1.4. Quand est-ce que les opérations de dragage sont-elles nécessaires ?

Généralement le dragage est envisagé par de facteurs pour des considérations hydrauliques ou pour l'entretien et la restauration du milieu. Les objectifs de dragage peuvent être multiples tels que [19] :

- Récupération de volumes morts faisant les travaux d'excavation dans la retenue.
- Création de voies navigables en approfondissant la hauteur d'eau ;
- Entretien pour éviter les encombrements de navigation ;
- Enlèvement des sédiments décantés comme sable, gravier, les agents fertilisant ;
- Nettoyage des fonds pollues de la mer, fleuve, etc ;
- Augmentation des profondeurs naturelles des cours d'eau pour améliorer ou maintenir sa capacité de débit ;

1.5. Les impacts socio-économiques et environnementaux du dragage

A chaque phase (excavation, transport et rejet) de processus de dragage, peuvent être constatés directement ou indirectement des effets environnementaux et socio-économiques, à voir dans le tableau 1.1 [6] :

IMPACTS POSITIFS	IMPACTS NEGATIFS
<ul style="list-style-type: none">• Création de l'habitat aquatique ou terrestre dans la zone de rejet	<ul style="list-style-type: none">• Diminution de la biodiversité dans la zone de dragage ainsi que dans la zone de rejet
<ul style="list-style-type: none">• Amélioration de la pêche commerciale et autres activités économiques	<ul style="list-style-type: none">• La pollution sonore pour la population des environs
<ul style="list-style-type: none">• Amélioration des loisirs comme les plages etc.	<ul style="list-style-type: none">• Modification de la topographie
	<ul style="list-style-type: none">• La dégradation de la qualité de l'eau, lors du dragage entraînant l'augmentation de la concentration des particules fines en suspension et le dégagement important de contaminants pendant le dragage ou le rejet.

Tableau 1.1 : Les impacts positifs et négatifs de dragage [6].

1.6. Les techniques de rejets

Après avoir dragué les sédiments en utilisant soit les techniques hydrauliques, mécaniques, ou hydrodynamiques, Ils existent trois manières de rejeter ces sédiments dragués qui sont [20]:

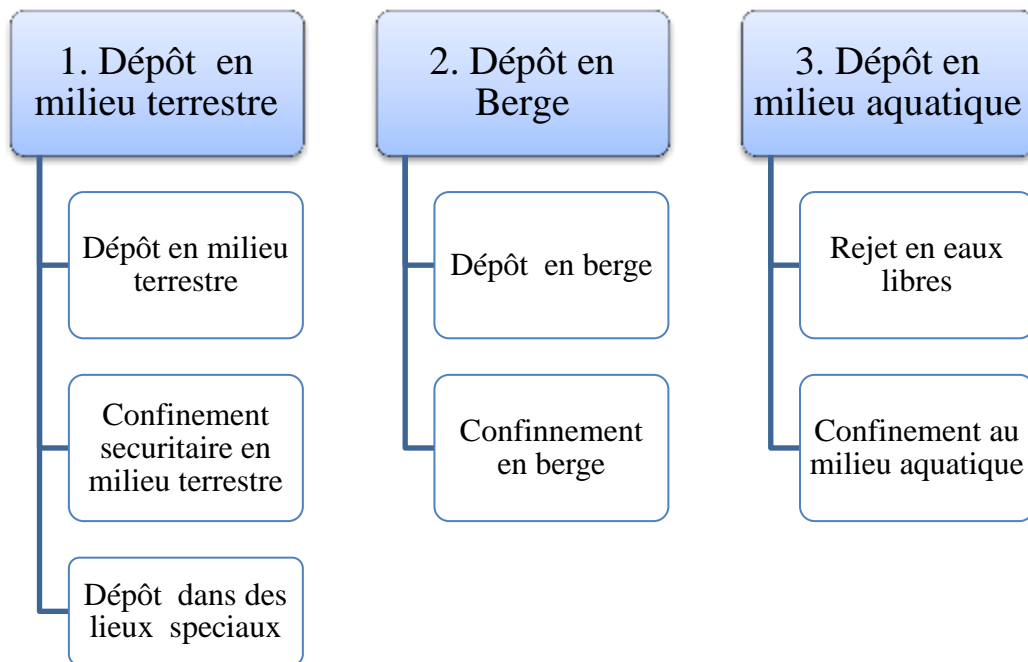


Figure 1.10 : Différents dépôts.

1.6.1. Dépôt en milieu terrestre

1.6.1.1. Dépôt en milieu terrestre

Les sédiments sont déposés à même le sol et peuvent être récupérés pour une éventuelle utilisation (matériau de construction etc.) à condition qu'ils soient des sédiments propres [20].

1.6.1.2. Dépôts sécuritaire en milieu terrestre

Dans le cas des sédiments très pollués, un traitement est envisagé dans l'immédiat ou après un dépôt très court. L'objectif de ce traitement est de minimiser la pollution [20].

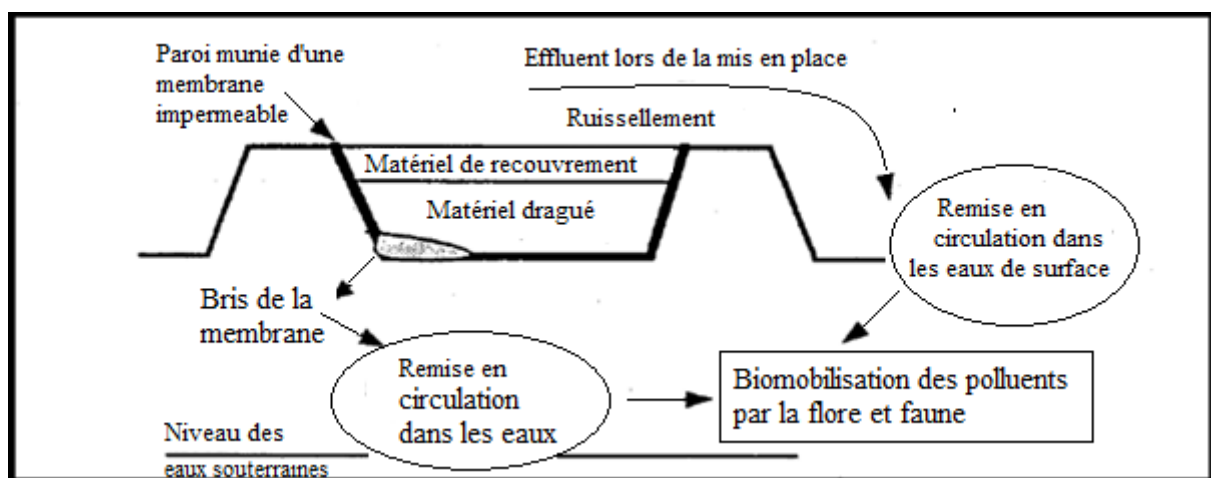


Figure 1.11: Problèmes du dépôt sécuritaire en milieu terrestre [20].

1.6.1.3. Dépôt en milieu spéciaux

Le dépôt de sédiments en milieu terrestre peut concerner les matériaux qui s'apparentent à des déchets particuliers (déchet de fabrique de papier, résidus pétroliers etc.). Alors pour leur dépôt il faut répondre à des règles et des directives particulières qui régissent la gestion des déchets auxquels ces matériaux s'apparentent [20].

1.6.2. Dépôt en berge

1.6.2.1. Dépôt en berge

Généralement, cette technique est utilisée pour le dépôt de sédiments propres. Quand les conditions d'érosion du milieu sont favorables le dépôt des sédiments peut se faire sans limitation. Exemples des de dépôt en berge : les recharge de plages ou des battures [20].

1.6.2.2. Confinement en berge

Le but de cette technique est presque le même que le confinement aquatique, mais la différence est la création d'une couche coupant complètement l'échange direct entre les sédiments pollués et le milieu (faune, flore) ou l'homme [20].

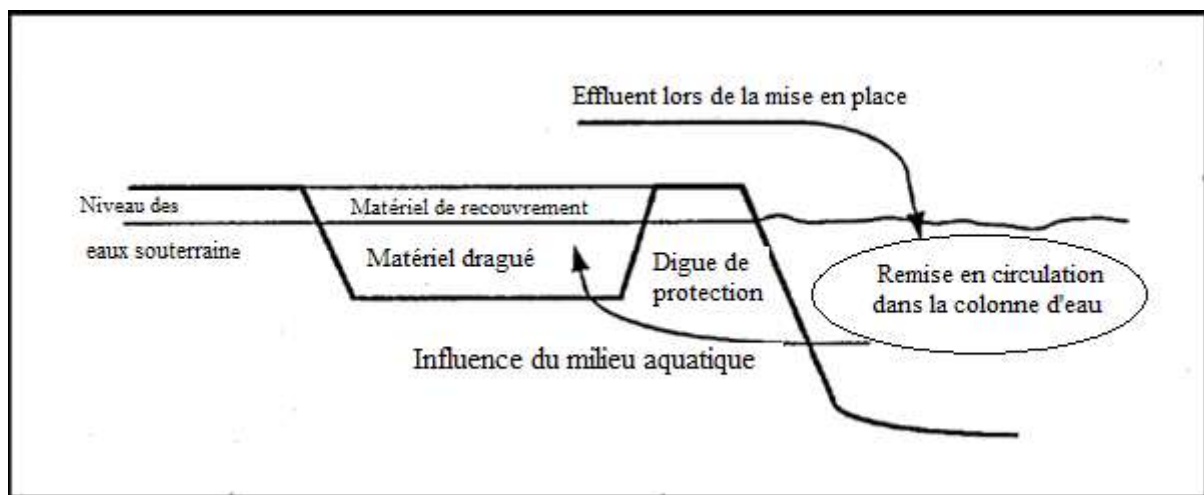


Figure 1.12 : Problèmes du confinement en berge [20].

1.6.3. Dépôt en milieu aquatique

1.6.3.1. Rejet en eau libre

Le rejet des sédiments dragués en eau libre, se fait de plusieurs façons : soit avec des pipelines, une barge et une drague autoportée. Généralement cette technique est plus utilisée pour les sédiments qui ne sont pas pollués (propres) et les sédiments qui sont moyennement pollués. Les conséquences sont liées :

- à la méthode utilisée pour le rejet ;
- aux caractéristiques de diffusion de milieu ;
- au taux des sédiments qui sont mise en suspension lors du rejet et pendant la phase réajustement de milieu (le fond de la zone). [20].

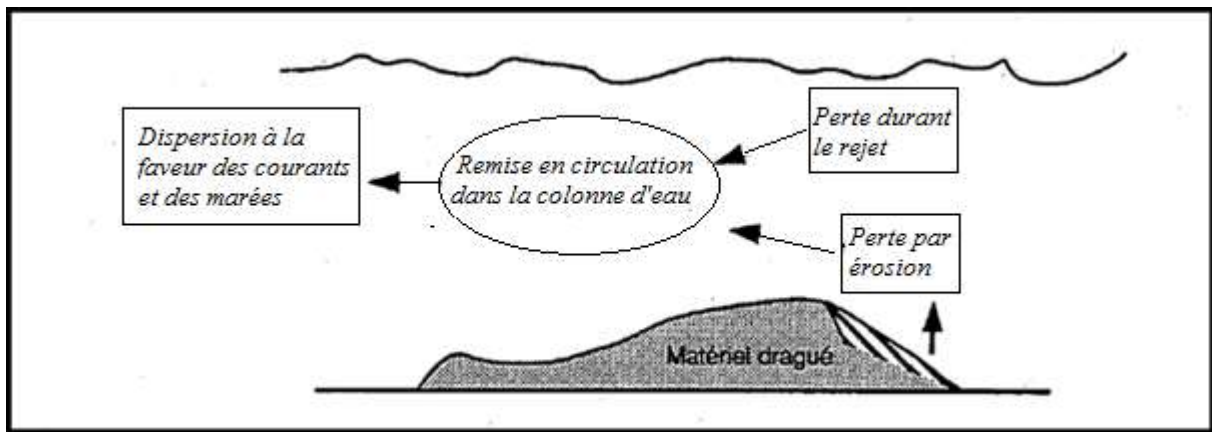


Figure 1.13: Problèmes du rejet en eaux libres [20].

1.6.3.2. Le confinement en milieu aquatique

Cette technique est utilisée généralement pour le rejet des sédiments moyennement pollués lesquels sont recouverts par des sédiments propres (sable fin à grossier). Ce rejet est effectué dans les zones calme et bien abritées ou dans les dépressions naturelles ou artificielles. Cette technique limite la biomobilisation et le contact entre le milieu et les organismes aquatiques en créant une couche d'une épaisseur de 0.5 m au minimum [20].

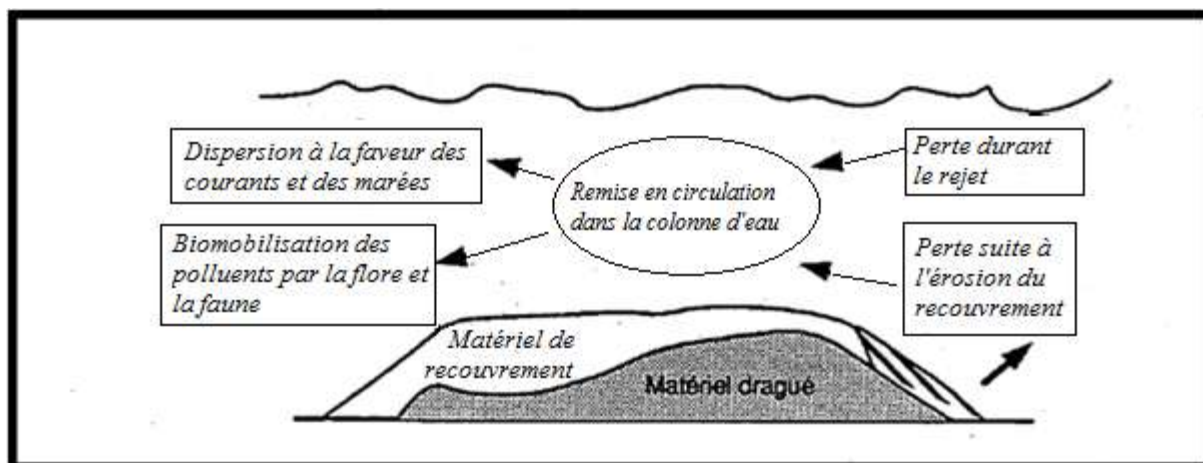


Figure 1.14 : Problèmes du confinement en milieu aquatique [20].

1.7. Conclusion

Le dragage hydraulique nous permet de draguer une quantité importante de sédiments, mais nécessite une quantité importante d'eau ce qui constitue un inconvénient. Le dragage mécanique nous permet d'économiser en quantité d'eau mais l'inconvénient de cette technique est que la quantité des sédiments n'est pas importante.

Le choix du type de dragage, prend en considération certains nombres des paramètres tels que :

- L'objectif de dragage ;
- Cout ;
- La nature de sédiment ;
- Configuration ;
- Impact sur l'environnement ;
- Rendements attendus ;
- Filière d'élimination ;
- Conditions d'accessibilités.

CHAPITRE 02:
DRAGAGE DANS LE MONDE
ET EN ALGERIE

Introduction

En Algérie, la plupart des barrages ont connu au moins une opération de dragage à cause de leurs fort taux d'envasement. Les premières opérations de dragage ont été effectuées à partir de 1957 après l'acquisition de la première drague cette année-là. Ces opérations de dragage ont été réalisées en trois campagnes [15] :

- La première campagne de 1957-1970: Fergoug , cheurfas , Sig , Marais de Reghaia, Hamiz.
- - La deuxième campagne de 1989- 2012: Fergoug, Foug el Guerza, Zardezas, Merdja Sidi Abed, Bakhadda.
- La troisième campagne, 2011 avec une durée indéterminée, et est toujours en cours: Foug el Gherza et Bouhanifia.

2.1. Dragage dans le monde

2.1.2. Barrage de Génissiat (France)

Ce barrage est construit sur le fleuve du Rhône avec une capacité initiale de 20 Mm³ et sa hauteur de 104 m. il est construit pour la production de l'électricité.



Photo 2.1 : Barrage de Génissiat [21].

Ce barrage est envasé 64% de sa capacité en 1991 selon le levé bathymétrique réalisé cette année-là. Une opération de dragage a été programmée et réalisée sous la vanne de fond qui se trouve à 70 m de profondeur et la vanne de demi-fond qui est à 45 m de profondeur, cette opération de dragage a permis d'extraire 300.000 m³ [21].

BARRAGE - ANNEE	Capacité (Mm³)	Capacité perdue (Mm³)	Taux envasement annuel (Mm³)	Taux d'envasement (%)	Volume de vase extrait (%)	Volume de vase extrait (m³)
Génissiat 1958	20	12.8	0.387 Mm ³	64%	2.34	300.000

Tableau 2.1 : Barrage de Génissiat [21].

2.1.2. Dragage du barrage M. Homadi (Maroc)

Cet ouvrage est construit en 1955 avec une capacité initiale de 42 Mm³ mais suite à un taux d'envasement moyen annuel de 0.933 Mm³, en 1990 il n'a que 10 Mm³ ce qui correspond à 23.8%.

Une opération de dragage est lancée en 1994 dans le but de récupérer un peu de sa capacité en enlevant 3 Mm³ ce qui est réalisé avec succès. Une autre opération dans le même barrage est réalisée entre 2003-2009, laquelle est divisée en quatre tranches et a permis d'extraire un volume de 5.4 Mm³ de vase [22].

BARRAGE - ANNEE	Capacité (Mm³)	Capacité perdue (Mm³)	Taux envasement annuel (Mm³)	Taux d'envasement. (%)	Volume de vase extrait (%)	Volume de vase Extrait (Mm³)
M. Homadi- 1955	42	32	0.912	76.19	9.37	3
	42					5.4

Tableau 2.2 : Barrage de M. Homadi [22].

2.2. Le dragage en Algérie

2.2.1 Barrage de Fergoug

Le barrage de Fergoug se situe dans la région de Mascara. Il est construit sur l'oued Hammam, au nord-ouest du pays. Ce barrage a été mis en œuvre en 1970 et il avait une capacité initiale de 18 Mm³.



Photo 2.2: Barrage Fergoug [15].

Cet ouvrage est l'un des premiers à connaître le dragage. Lors de la première campagne, une quantité de 3,10 Mm³ a été enlevée en dix mois [15].



Photo 2.3: Conduites forcées [15].



Photo 2.4 : Illustration de l'envasement [15].

Le volume d'eau stockée en 2004-2005 n'est que de 0.4 million m³ de sa capacité soit l'équivalent de 2 % de sa capacité initiale. Mais grâce à des opérations de dragage réalisées lors de la deuxième campagne, et durant cinq ans, on a pu draguer un volume de 9 million de m³ de vase, ce qui correspond à 50% de sa capacité [15].

2.2.2. Barrage de Cheurfas

Le barrage de Cheurfas, il se situe à l'ouest de pays, dans la willaya de Mascara, sa capacité initiale est de 82 Mm³.



Photo 2.5: Barrage de Cheurfas [15].

Cet ouvrage consacré à l'irrigation des champs agricoles, il a été touché par la première campagne de dragage qui a eu lieu dans la période de 1957-1970, laquelle a permis de draguer un volume de 10,197 Mm³ de vase. Mais le levé bathymétrique effectué en 2004 montre qu'un volume de 70.21 Mm³ de vase s'est redéposé [15].

2.2.3. Barrage de Sig

Cet ouvrage a connu quelques opérations de dragage pendant la première campagne de 1957 à 1970. Grâce à cette campagne, une quantité de 1,96 Mm³ de vase a été enlevée durant une période de quatre mois [15].

2.2.4. Barrage du Marais de Reghaia

Cet ouvrage est parmi les ouvrages qui ont subi des opérations de dragage lors de la première campagne permettant de draguer un volume de 2 Mm³ [15].

2.2.5. Barrage de Hamiz

C'est un barrage qui se localise dans la Willaya de Boumerdes, il est mis en eau en 1935 sa capacité initiale est de 21.00 Mm³. Lors de la première campagne de dragage, on a effectué des opérations de dragage sur ce barrage permettant d'enlever 3,775 Mm³ pendant deux ans et deux mois [15].

2.2.6. Barrage de Zardezas

Ce barrage se localise dans la région de Skikda et se situe sur l'oued Safsaf dans la région nord-est du pays.



Photo 2.6 : Barrage Zardezas [15].

Ce barrage a été mis en œuvre en 1945 et sa capacité initiale était de 31 Mm³. Il a connu en 1974 une surélévation pour augmenter sa capacité. Trente ans après, un volume de 12.3 million de m³ s'y est déposé donc un taux d'envasement de 39,7%. Lors de la deuxième campagne, des opérations de dragage ont permis de le dévaser de 7 Mm³ pendant dix ans [15].

2.2.7. Foum el Gherza

Le barrage de Foum El Gherza se localise dans la région de Biskra au nord-est du pays, il a été mis en service en 1950 avec une capacité initiale de 47 Mm^3 , mais selon le levé bathymétrique réalisé en 2004, ce barrage ne stocke plus que 14.9 Mm^3 . Trois ans après ce levé, lors de la deuxième campagne, plusieurs opérations de dragage ont permis d'extraire 4 Mm^3 ce qui correspond à 8,51% de sa capacité de stockage. Ces opérations de dragage ont duré trois ans [15].



Photo 2.7 : Barrage Foum el Gherza [15].

Lors de la troisième campagne lancée en 2011, il est programmé d'enlever un volume de 8 Mm^3 de vase en trente mois (en cours).

2.2.8. Barrage Merdja Sidi Abed

Ce barrage se localise dans l'oued Chélif dans la willaya de relizane, région nord-est de l'Algérie. C'est en 1984 que ce barrage a été mis en service dans le but d'irriguer les plaines de Chélif et alimenter en eau potable la ville d'Oran.

Sa capacité initiale était de 54.90 Mm^3 mais en 2004, il enregistre un taux d'envasement de 12.62 %. Grâce à plusieurs opérations de dragage lancées en 2004 pendant la deuxième

campagne de dragage, on a pu enlever $1,8 \text{ Mm}^3$ du volume des sédiments déposés pendant une durée de deux ans [15].

2.2.9. Barrage Bakhadda

Cet ouvrage est construit en 1928-1936 et a connu une surélévation en 1960 qui a permis d'augmenter sa capacité de 14 millions de m^3 .



Photo 2.8 : Barrage Bakhadda [15].

Ce barrage est construit sur l'oued mina dans la région de Cheliff dans la wilaya de Tiaret. Sa capacité initiale de 56 Mm^3 a été réduite à 16.06 Mm^3 en 2005 donc un taux d'envasement de 28.68 %. Vers à la fin de la deuxième campagne, des opérations de dragage ont été réalisées permettant d'enlever un volume de 5 Mm^3 de vase en une durée de quatre années. [15]

2.2.10. Barrage de Bouhanifia

Le barrage Bouhanifia est construit 1948 sur l'oued El Hammam dans la Wilaya de Mascara, le but de sa construction est d'irriguer. Cet ouvrage a une hauteur de 99 m et une capacité initiale de stockage de 73 millions de m^3 .



Photo 2.9 : Barrage de Bouhanifia [15].

L'envasement de cet ouvrage est de 30% de sa capacité initiale ce qui correspond à 21 Mm^3 , une opération de dragage est lancée en 2011 et a permis le dragage de 6 Mm^3 [15].

BARRAGES - ANNEES	Capacité initiale Mm³	Capacité perdue Mm³	Taux envasement annuel %	Taux d'envasement %
FERGOUG 1970 - 2004	18	17,6	0.517	98%
ZARDEZAS 1974 - 2004	31	12,3	0.41	39.7%
FOUM EL GHERZA 1950 - 2004	47	32.1	0.594	68.3%
BAKHADDA 1936 - 2005	56	16.06	0.23	28.38%
MERDJA SIDI ABED 1984 -2004	54.9	6.93	0.34	12.62%

Tableau 2.3: Etat d'envasement des barrages Algériens [15].

Ces opérations de dragage réalisées depuis 1957, ont permis d'enlever un volume total de 63.032 Mm³ sur l'ensemble de dix barrages dragués lors de trois campagnes.

BARRAGES - ANNEES	Vase déposée Mm³	Volume extrait Mm³	Rendement de l'opération %
FERGOUG 1970 - 2004	17,6	9	51.14
ZARDEZAS 1974 - 2004	12,3	7	56.91
FOUM EL GHERZA 1950 - 2004	32.1	4	12.46
BAKHADDA 1936 - 2005	16.06	5	31.13
MERDJA SIDI ABED 1984 - 2004	6.93	1.8	25.97
BOUHANIFIA 1948 - 2004	21	6	28.57

Tableau 2.4 : Rendement du dragage.

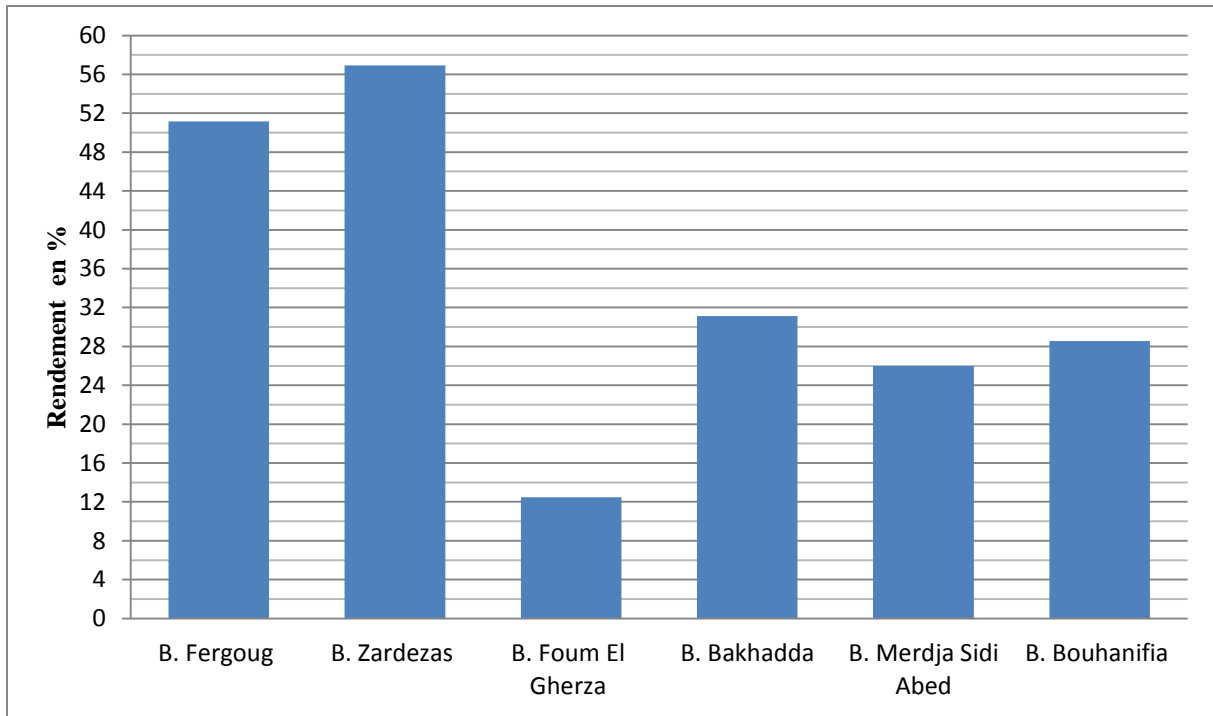


Figure 2.1 : Rendement de l'opération.

2.3. Conclusion

Les rendements obtenus lors des opérations de dragage montrent comment est-elle efficace cette technique : Le barrage de Zardezas est le premier classé en termes de rendement vu qu'il avait un volume de vase de $12,6 \text{ Mm}^3$ dans lequel 7 Mm^3 ont été enlevés ceci impliquant un rendement de 56,91%, le barrage de Fergoug avait un volume de vase de $17,6 \text{ Mm}^3$ mais le dragage de 9 Mm^3 a permis un rendement de 51,14 % soit le deuxième classé parmi les meilleurs rendements, les opérations de Bakhadda ont permis d'enlever 1/3 de vase déposé qui correspond un rendement de 31,13%, le barrage de Bouhanifia presque 1/4 qui a été enlevé présentant un rendement de 28,57%, celui de Foug El Gherza se trouve en dernier avec un rendement de 12,46% parce que le volume de vase déposé est huit fois le volume extrait. Généralement les rendements de ces opérations sont importants vu que le volume enlevé est significatif et dans la durée était différentes. Comme on peut voir sur le tableau 2.4.

CHAPITRE 03:
ZONES DE DRAGAGE
DU BARRAGE DE K'SOB

3.1. Présentation du barrage de K'SOB

3.1.1. Situation géographique du barrage

Le barrage de k'sob se localise au nord à 15 Km de la wilaya de Msila. Ce barrage a été construit pour l'irrigation et l'alimentation en eau potable.

Ce barrage avait une capacité initiale de 29.5 million de m³ (après la surélévation de 1976) mais en 2004, il n'a que 12.34 Mm³ [15].



Figure 3.1 : Localisation du barrage de k'sob [15].

3.1.2. Caractéristiques du barrage.

Cet ouvrage est du type multivoutes d'une hauteur initiale de 31 mètres. Cette hauteur a atteint 46 m après surélévation [15]. Autres caractéristiques de cet ouvrage sont :

- Déversoirs seuil libres de 850.0 m³/s ;
- 2 Vannes de fond de 65,0 m³/s ;
- 2 Vannes de demi- fond ;
- Evacuateur de crue de 1950 m³/s ;
- La capacité à la RN (604.00m) en 2008 est de 11.838 Hm³ ;
- Epaisseur en crête est de 3.0 m ;
- Epaisseur à la base est de 45.0 m ;
- La longueur totale à la crête est de 280.0 m ;
- Hauteur actuelle est de 46.0 m ;
- Largeur a la base est de 65.0 m ;

- La capacité à la PHE (605.50m) en 2008 est de 15.47 Mm³.

3.2. Envasement du barrage de K'sob

Depuis 1986, les levés bathymétriques réalisés sur le barrage de k'sob ont confirmé un envasement important de ce dernier, en effet le taux annuel minimal est enregistré lors de la période 2005 – 2008 avec 1.97 % par an. Sur le tableau ci-dessous on peut constater l'état d'envasement de ce barrage jusqu'en 2008 où il a atteint un taux d'envasement de 55.11% [23].

Années	Capacité initiale depuis 1986 (Mm³)	Capacité perdue (Mm³)	Taux d'envasement (%)	Taux d'envasement annuel (%)	Taux d'envasement Annuel moyen (%)
1986	26.37	10.77	40.84	2.92	2.5
2000	15.6	3.26	53.20	3.09	
2004	12.34				
2005	13.396	+1.056	49.2	-	
2008	11.838	1.558	55.11	1.97	

Tableau 3.1 : Etat d'envasement du barrage de k'sob [23].

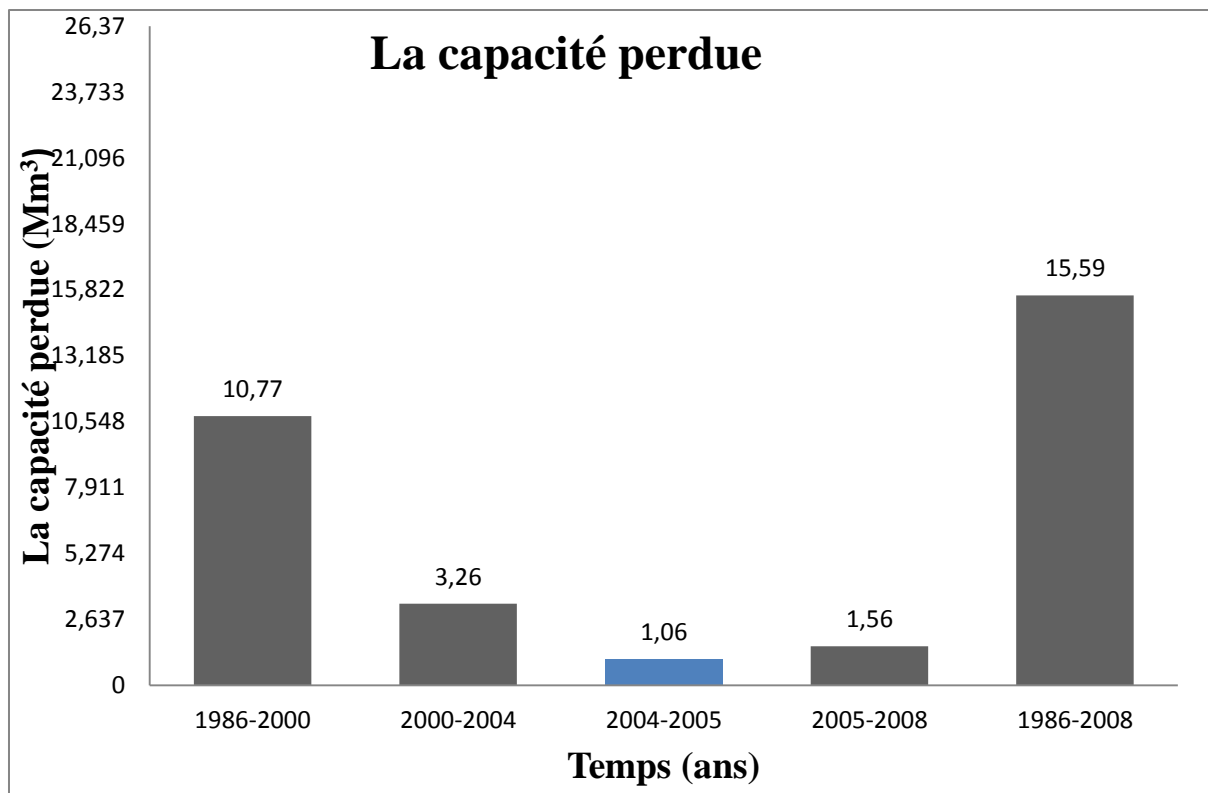


Figure 3.2 : La capacité perdue.

- Capacité récupérée.

La grande perte de capacité de barrage a été enregistrée entre l'année 1986-2000 juste après quelques années de surélévation (1976). Cette perte est de 10.77 Mm³ mais avec un avancement lent par rapport à la deuxième période de 2000-2004 (pertes de capacité de 3.26 Mm³).

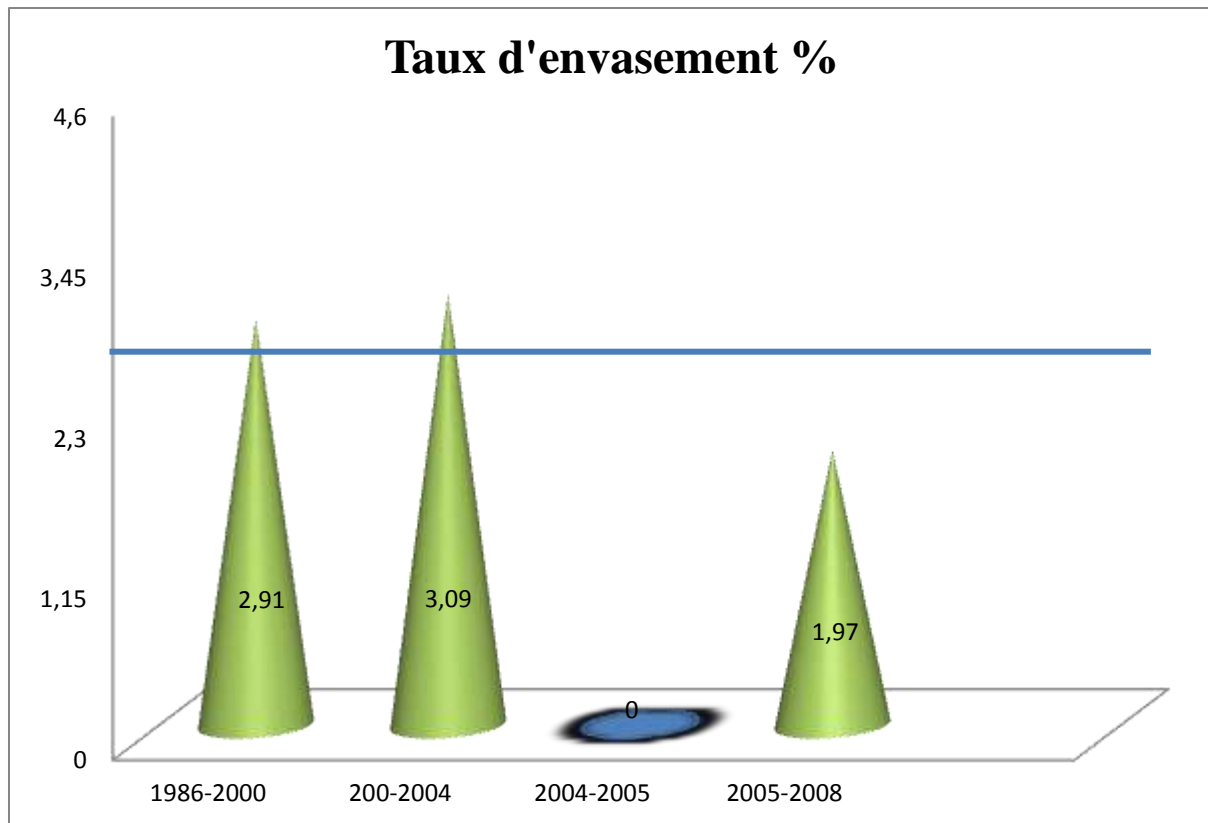


Figure 3.3 : Taux d'envasement annuel de 1986 à 2008.

On constate que la période 2000-2004 enregistre le taux d'envasement le plus élevé, alors que pendant la période 2005-2008 le taux a sensiblement diminué.

3.3. Dragage du barrage de K'sob

3.3.1. Différentes opérations de dragage

Cet ouvrage est parmi les ouvrages dragués lors de la deuxième campagne qui a débuté en 1989, dans laquelle deux opérations ont été effectuées suite à un taux d'envasement important.

Le barrage de k'sob a une capacité initiale de 29.5 Mm^3 mais 65 ans après sa mise en service (2004), il n'a que 12.3 Mm^3 avec un volume de vase de 17.2 Mm^3 . Une opération de dragage a été réalisée dans le but d'extraire 4 Mm^3 pour soulager les vannes de fond. [15]

En 2007, après avoir constaté un taux d'envasement très élevé, une autre opération de dragage a été réalisée pour extraire 3 Mm^3 . Le but de ces opérations est de dégager les vannes de fond [15].

Les deux opérations ont permis d'enlever 7 Mm³ de vase.

Opération du B. du K'sob - 1977	Capacité Initiale (Mm³)	Volume de vase déposé (Mm³)	Volume de vase extrait (Mm³)	Rendement des opérations extrait (%)	Taux d'envasement annuel (%)	Taux d'envasement (%)
Opération 2004	29,5	17,2	4	23,25	0,26	58,3
Opération 2007	29,5	17,7	3	16.94	0.26	60

Tableau 3.2 : Rendement du dragage du barrage de k'sob [15].

3.4. Comment se fait l'opération de dragage ?

Une fois leur construction terminée, les barrages sont sous la responsabilité de l'Agence Nationale de Barrage et Transfert (ANBT) qui essaye d'augmenter la durée de vie par des opérations de dragage. Ces opérations de dragage permettent aussi de débloquent les vannes de fond. La drague utilisée est suceuse à désagrégateur (dragage hydraulique), comme la photo (3.1) l'illustre [15].



Photo 3.1 : Le dragage du barrage de K'sob [15].

Selon l'enquête que nous avons menée en 2017 au niveau du barrage, on a vu que l'opération de dragage se fait vers l'arrière (amont) pour la sécurité du barrage sur une distance de 150 m à 200 m à partir de la digue.



Photo 3.2 : Désagrégateur utilisé par la drague [15].

La vase est composée de trois couches (liquide, plastique et dure), l'opération se fait jusqu'à 10 m de profondeur pour éviter la couche dure. Le dragage de la couche dure est difficile, cher et son rendement n'est pas important.

Le rejet de la vase se fait à 4 km de la digue, dans un endroit où il y a des bassins de décantation sous forme d'escaliers pour la récupération d'une certaine quantité d'eau. Mais avant le rejet de la matière draguée, une étude d'impact de la vase est réalisée pour diagnostiquer les problèmes susceptibles de survenir. Photo 3.3, l'illustre [15].



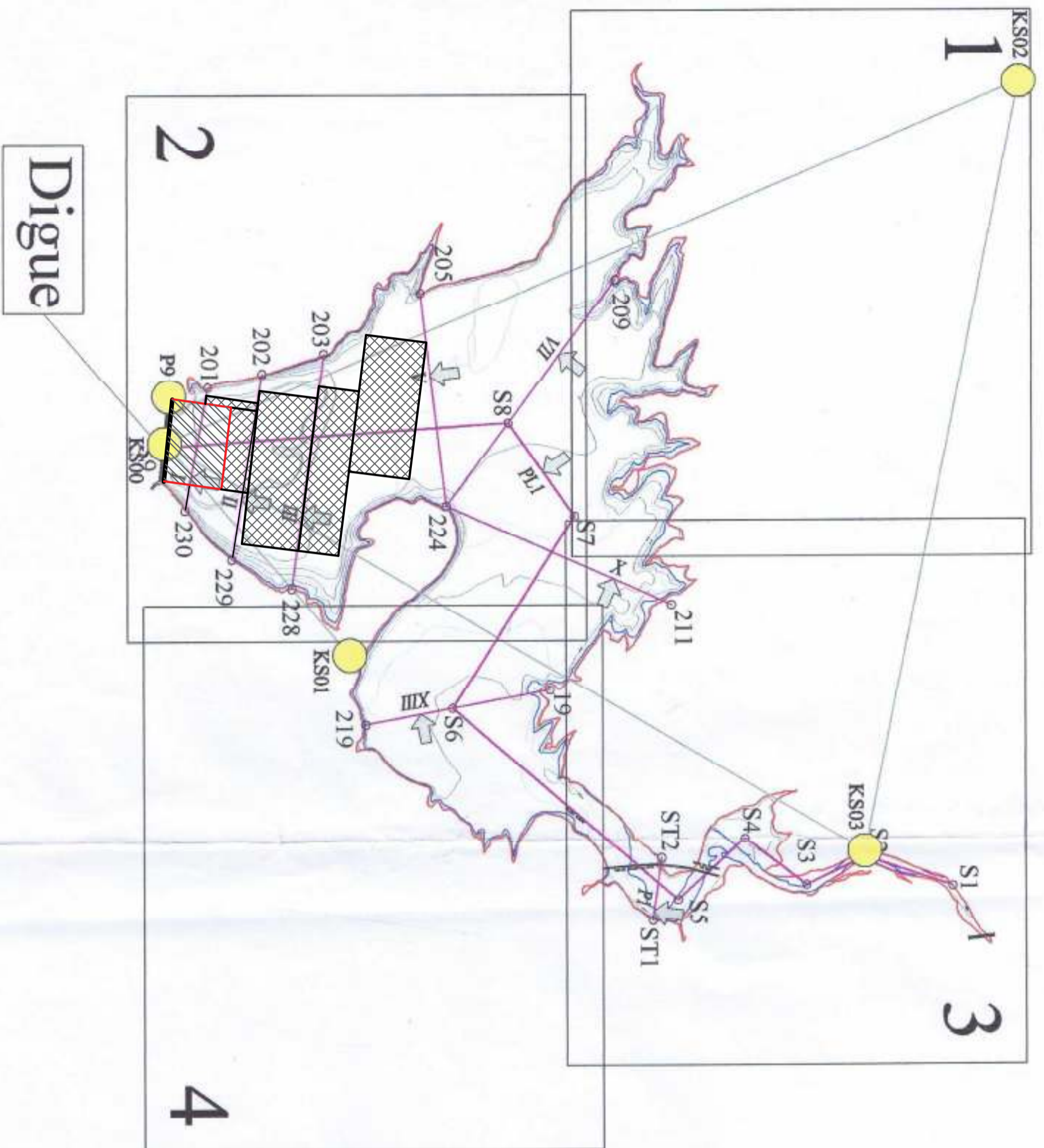
Photo 3.3 : La zone de rejet de k'sob [15].

Les problèmes techniques rencontrés lors du dragage sont mécaniques : l'arrêt du moteur, la poulie, coupure de câbles, etc. A part ces problèmes, d'autres facteurs peuvent rendre l'opération difficile telle que le vent, les vagues, la pluie qui cause l'augmentation de la profondeur d'eau et donc l'élinde n'arrive plus à la vase [15].

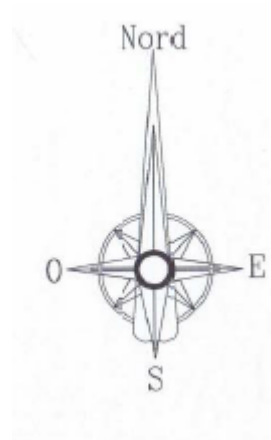
3.5. Proposition d'une opération de dragage

Dans notre travail, on a voulu optimiser l'opération de dragage en visant des zones à dévaser en se basant sur les profils en longs et travers.

Dans cette présente étude, on compare un dragage tel qu'il est effectué et notre proposition pour l'année 2004. Sur la figure (3.4), on montre les zones à draguer. Pour notre proposition la zone à draguer s'étend au de delà des 200 mètres et on propose un dragage des rives (figures 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9). Mais pour la profondeur, on se limite au 10 mètres (même profondeur que le dragage actuel).



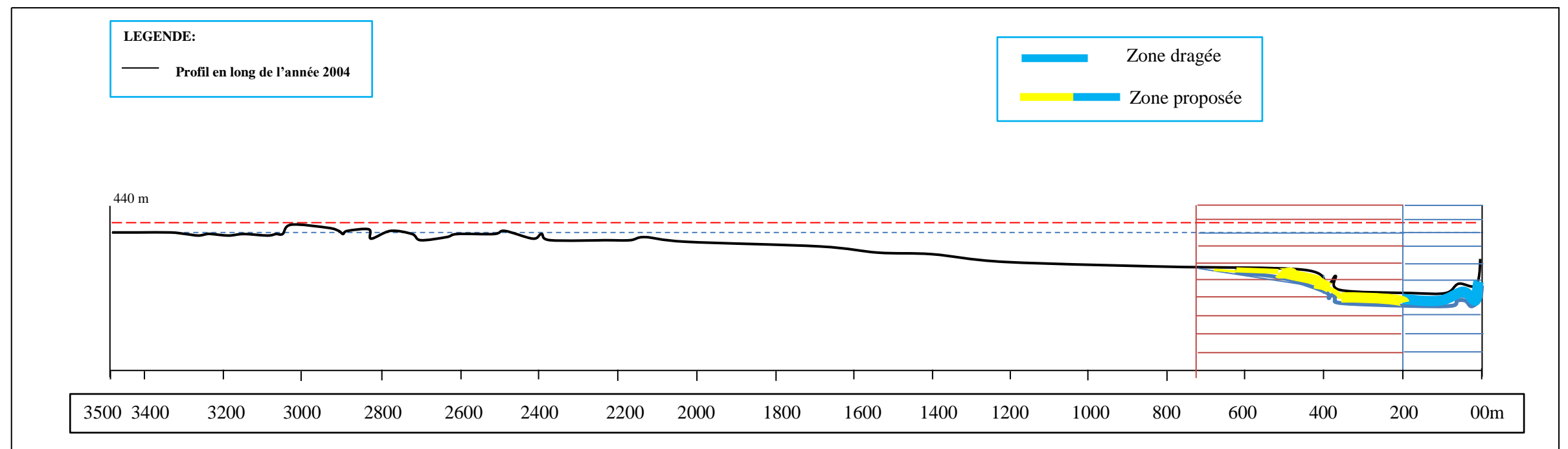
Echelle: 1/15000

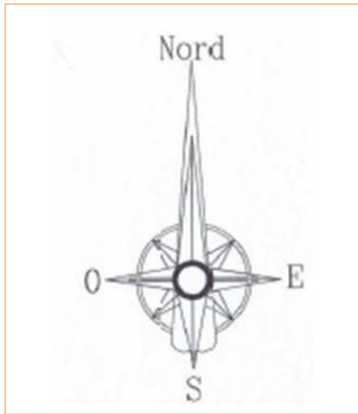


Profondeur : 10 m

Echelle : 1/200

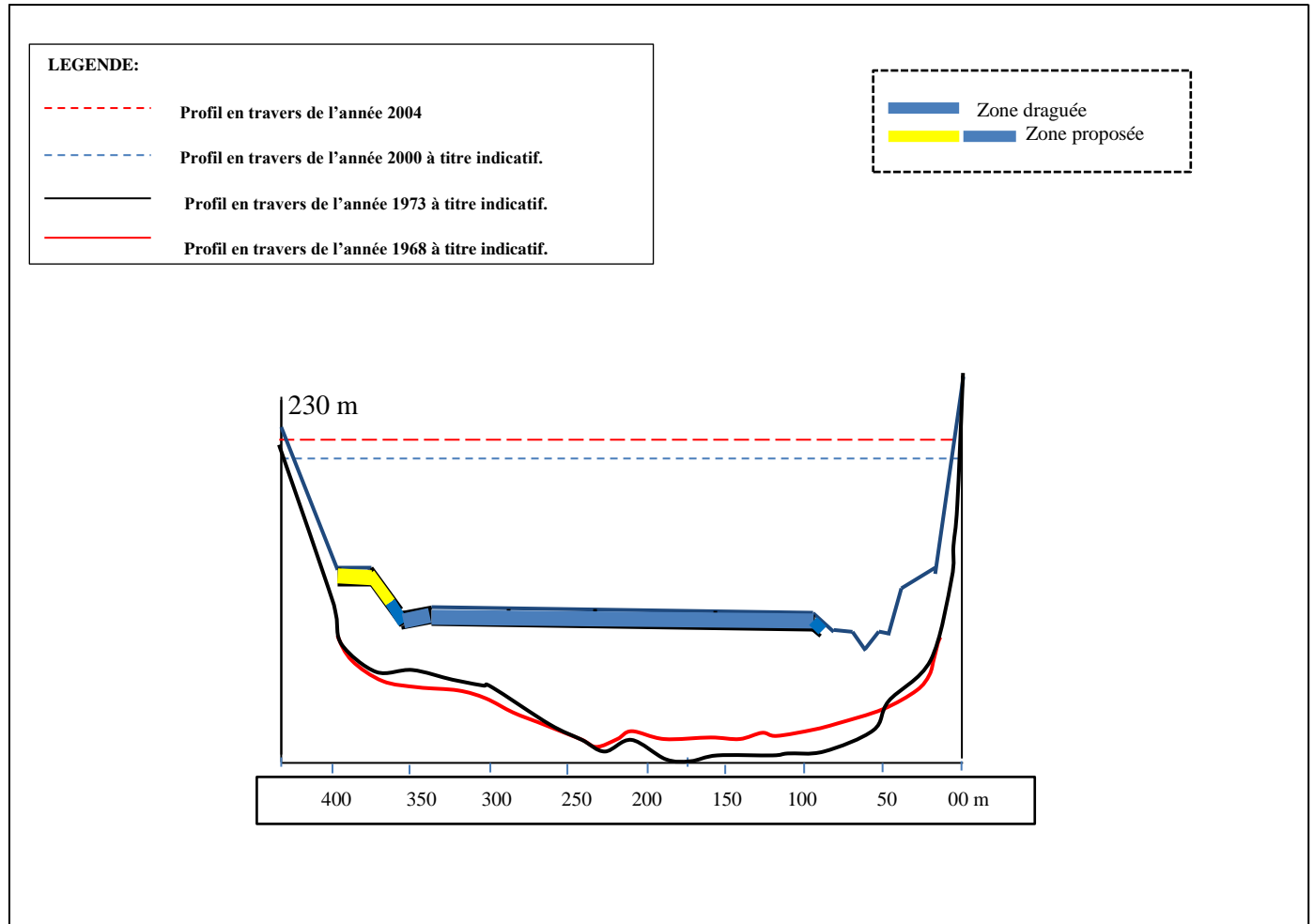
PROFIL EN LONG PLI

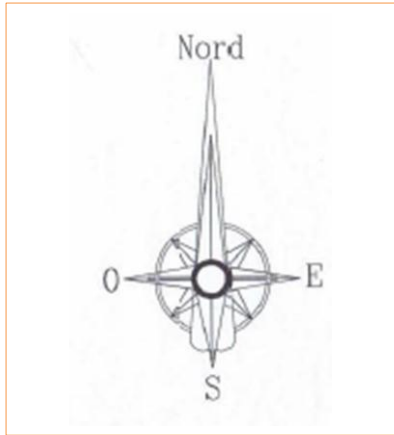




Echelle : 1/50

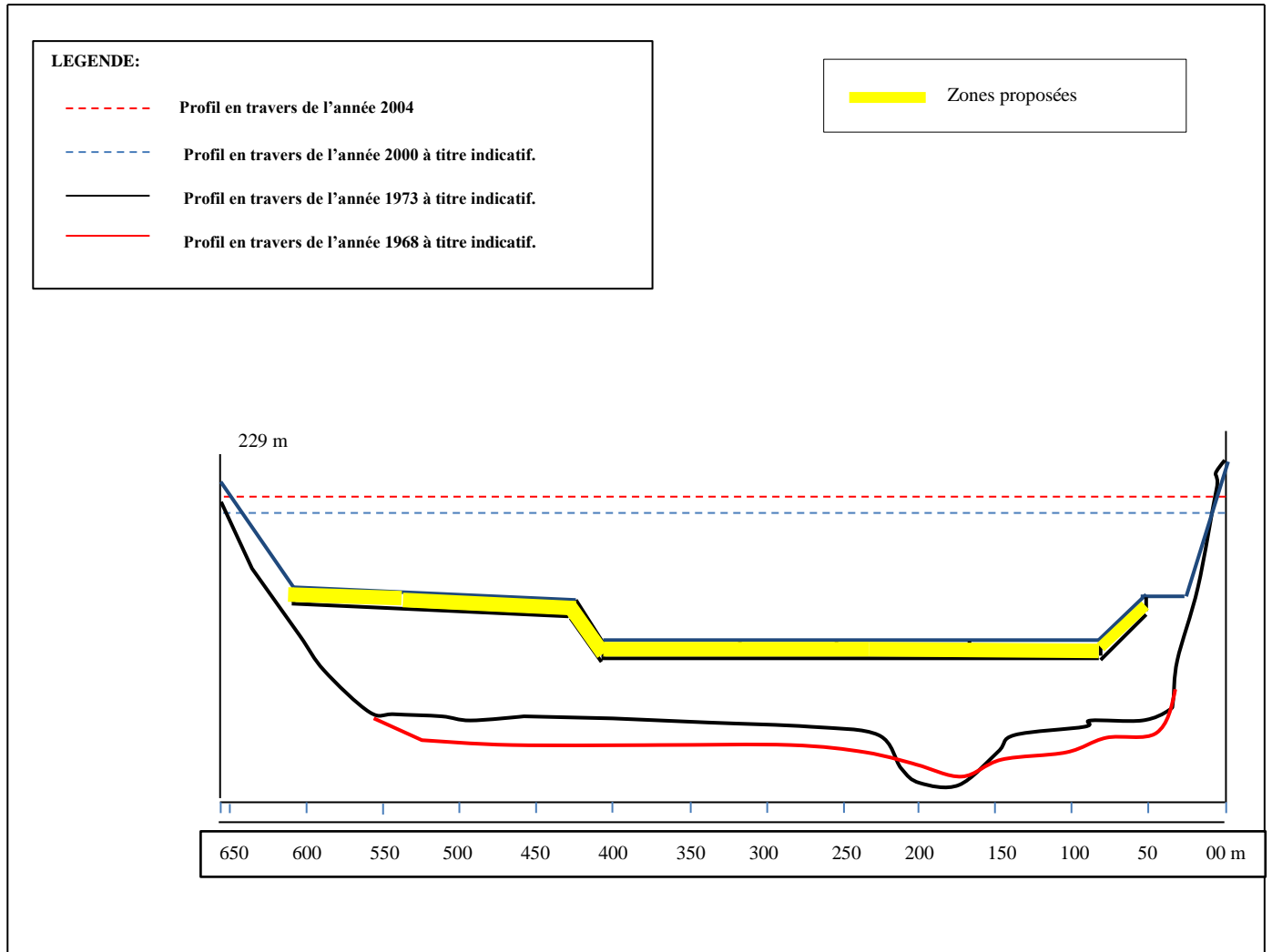
PROFIL EN TRAVERS I

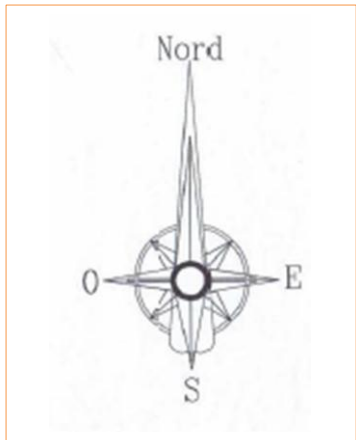




Echelle : 1/50

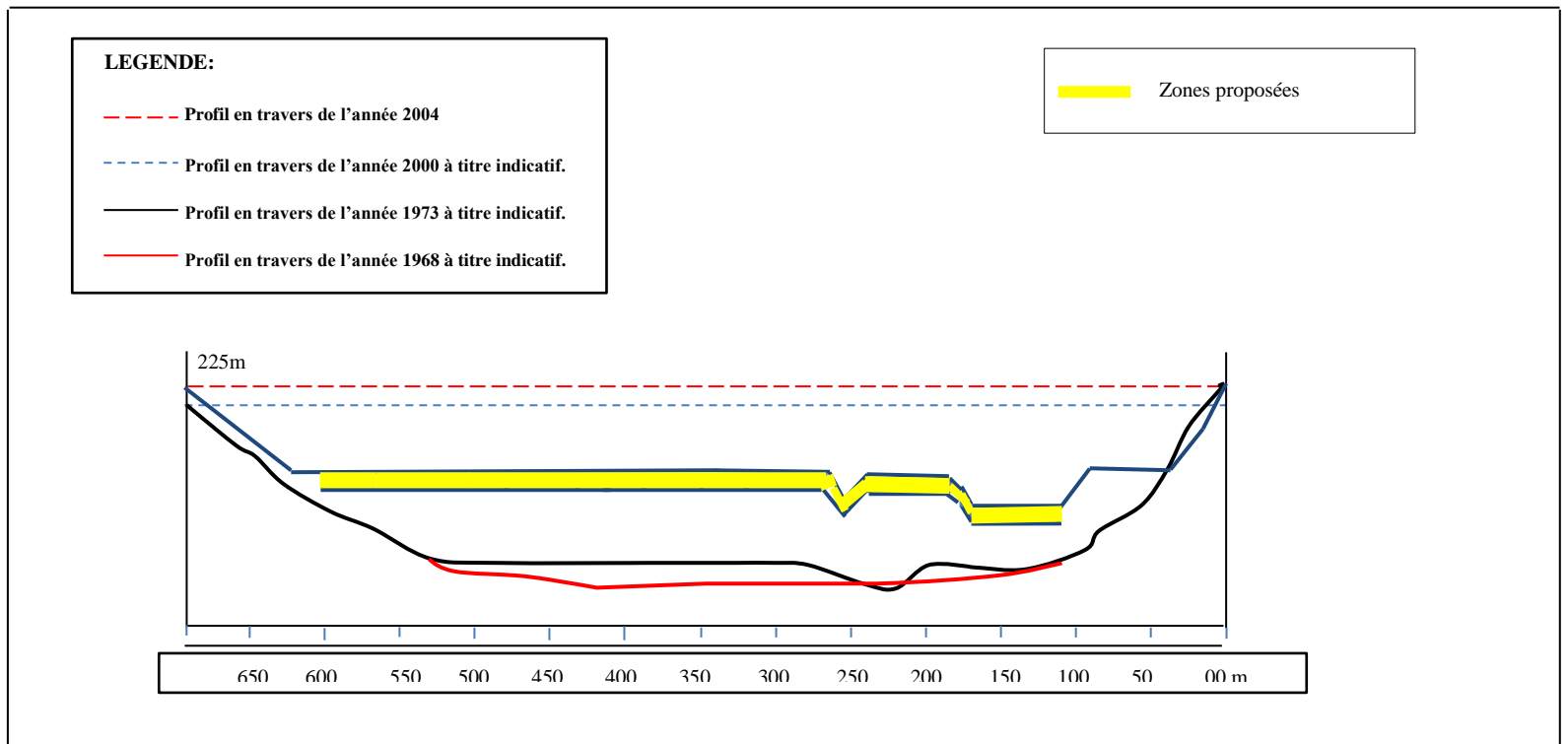
PROFIL EN TRAVERS II

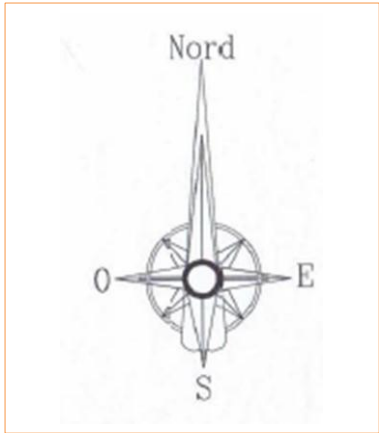




Echelle : 1/50

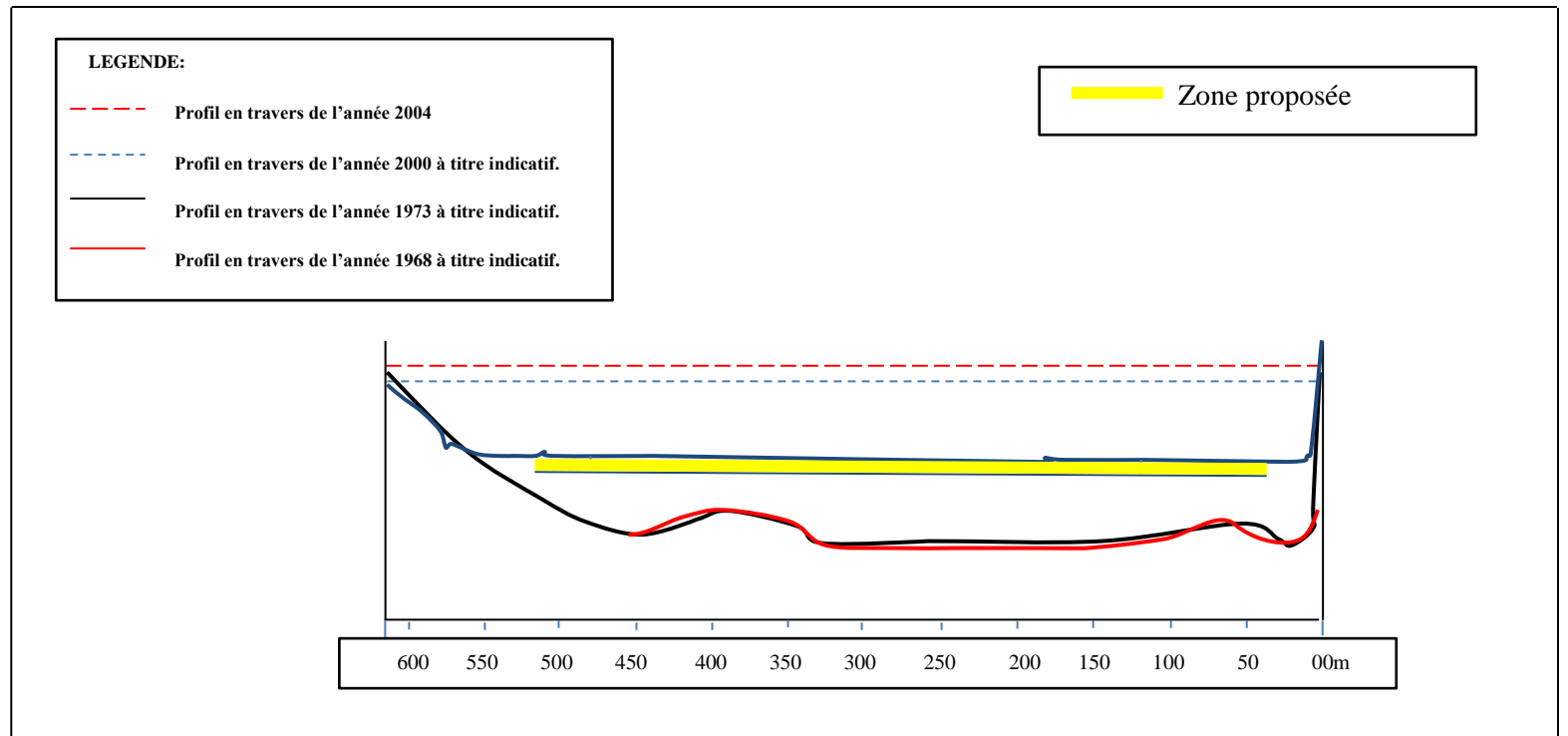
PROFIL EN TRAVERS III





Echelle : 1/50

PROFIL EN TRAVERS V



Dans notre comparaison on a estimé les volumes dragués dans les deux cas et le cout des deux opérations, à voir sur le tableau 3.3 ci-dessous. Le calcul du cout s'est fait sur la base d'un prix de 80 Dinars (DA) par mètre cube.

	Dragage actuelle	Dragage proposé
Volume (m ³)	560000	2945810
Prix (DA)	44800000	235664800

Tableau 3.3 : Estimation du volume et du cout des deux dragages.

On observant les volumes des deux dragages, il est évident que le dragage proposé permet d'enlever un volume cinq fois plus élevé que le dragage actuel en une seule opération.

3.5.1. Schématisation de barrage avec répartition

Après 65 ans d'exploitation, le barrage est envasé 53.2 % [23], ce que correspond 15.7 Mm³ de sa capacité occupée de la vase. Grace à un abaque [24], on a pu faire la répartition de la vase (15.7Mm³) dans le barrage suivant la hauteur. Comme la Figure 3.4 ci-dessous l'illustre.

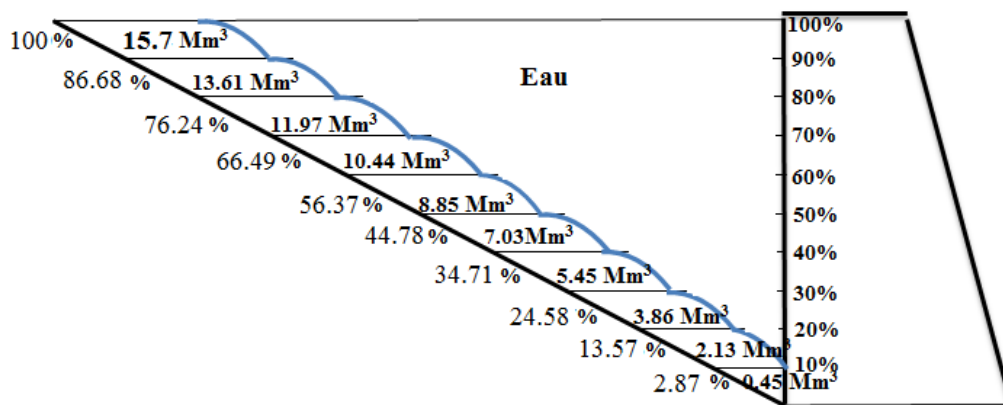


Figure 3.4 : Répartition de la vase suivant la hauteur.

Cette figure peut à notre avis constituer un autre outil scientifique pour mieux exécuter l'opération de dragage en localisation où se trouve le plus grand volume de vase.

<i>Hauteur (H/H₀) en %</i>	<i>La vase (V/V₀) en %</i>	<i>La vase en Mm³</i>
<i>10%</i>	<i>2.87</i>	<i>0.45</i>
<i>20%</i>	<i>13.57</i>	<i>2.13</i>
<i>30%</i>	<i>24.58</i>	<i>3.86</i>
<i>40%</i>	<i>34.71</i>	<i>5.45</i>
<i>50%</i>	<i>44.78</i>	<i>7.03</i>
<i>60%</i>	<i>56.37</i>	<i>8.85</i>
<i>70%</i>	<i>66.49</i>	<i>10.44</i>
<i>80%</i>	<i>76.24</i>	<i>11.97</i>
<i>90%</i>	<i>86.68</i>	<i>13.61</i>
<i>100%</i>	<i>100</i>	<i>15.7</i>

Tableau 3.4 : Répartition de la vase suivant la hauteur.

3.6. Conclusion

Dans ce chapitre, on a utilisé des outils scientifiques pour optimiser le dragage. Le résultat obtenu est plus intéressant, vu que le dragage proposé permet de dévaser un espace plus important de dégager les vannes de fond et d'extraire un volume important.

Conclusion générale

Le dragage est une solution curative pour prolonger la durée de vie des barrages touchés par l'envasement. Il existe plusieurs techniques de dragage tels que : dragage mécanique, dragage hydraulique, et le dragage hydrodynamique. Le dragage mécanique permet d'enlever peu de vase en économisant de l'eau alors que le dragage hydraulique permet d'extraire une grande quantité de vase avec des pertes en eau. Le choix de la technique dépend entre autres du type des sédiments à dragage.

Les barrages algériens ont connu cette technique, en effet plusieurs campagnes ont eu pour objectifs de récupérer en volume de stockage et de débloquer les vannes de fond. Parmi les barrages dragués, on peut citer Fergoug, Zardezas, Foug El Gherza, Merdja Sidi Abed, Bakhadda, Bouhanifia et K'sob. Le rendement de ces opérations de dragage varie d'un barrage à un autre, pour barrage de Zardezas 56.91% du volume de vase déposé a été enlevé alors que pour Foug El Gherza la vase enlevé ne dépasse pas 12.46 % de celle déposé. Total, on peut comptabiliser un volume de 70.032 Mm³ extrait sur l'ensemble des onze barrages dragués lors de trois campagnes.

Le barrage de k'sob est très touché par l'envasement. Son taux de comblement a atteint 53.2% en 2004 et 55.11 % en 2008. Plusieurs opérations de dragage entre 2002 et 2008 ont permis de soulager K'sob de 7 Mm³ de vase [15].

Lors des opérations de dragage et comme on l'a constaté durant la visite au site du barrage de k'sob, on a vu que l'opération de dragage se fait vers l'amont pour la sécurité du barrage sur une distance de 150 à 200 mètres à partir de la digue et à une profondeur de 10 mètres.

Dans notre travail, on a voulu optimiser le dragage en utilisant des outils scientifiques (profils en long et en travers) ce qui nous a permis de localiser les zones les plus envasées. On propose un dragage au-delà des 200 mètres ainsi qu'un dragage des rives. Ce dragage permet un dévasement plus important dans l'espace et un volume extrait évalué à 2945810 m³ contre 560000 m³ pour l'opération réalisée actuellement.

On est conscient l'extraction d'un tel volume (2945810 m³) demande du temps. Lors de deux campagnes de dévasement sur K'sob, un volume de 3 Mm³ et 4 Mm³ ont été extraits, pour Zardezas un volume de 7 Mm³ a été extrait en une campagne, donc on pense que dans de bonnes conditions, une à deux opérations (dragage proposé) peuvent être réalisées.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques

- [1]. REMINI B. et HALLOUCHE O. [2004]. La sédimentation dans les barrages Algériens. Houille Blanche. Pp 60-64.
- [2]. REMINI B. et BENSALIA D. [2016]. Envasement des barrages dans les régions arides. Exemples Alger Larhyss journal. Pp 63-90.
- [3]. REMINI B. AVENARD J. M. KETTAB A. [1997]. « l'envasement des barrages ». pages 5 à 89.
- [4]. COOPER, H.R. [1974]. Practical Dredging And Allied Subjects .Glasgow: Brown, Son And Ferguson, 434 p.
- [5]. PIANC (International Navigation Association), 1992, Beneficial Uses of Dredged Material: à Practical Guide (Utilisations avantageuses de la matière draguée: un guide pratique), Rapport du groupe de travail n° 19 du PEC.
- [6]. BRAY, RN, AD Bates et JM Land. [1997]. Dredging, a Handbook for Engineers (Le dragage, un guide pour les ingénieurs), 2ème édition, Arnold Publishing, Londres, Sydney, Auckland. IADC/CEDA (1996-2000).
- [7]. HERBICH, J.B [1992]. Handbook of Dredging Engineering. McGraw-Hill Inc, Montréal. Pagination multiple.
- [8]. BRAY, R.N. [2008]. Environmental Aspects of Dredging. Taylor and Francis, New York. 386 p.
- [9]. CETMEF (Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales). [2000]. Inventaire des techniques de dragage, 32 p.
- [10]. KENNETH O., Hardy A.J, [1980]. Impact of navigational dredging on fish and wildlife. A Literature Review. US Department of the Interior. Report FWS/OBS-80/07, 81 p.
- [11]. IR. J. DE NUL. [1968], " De la drague à godets à la drague suceuse porteuse à élinde trainante - Excavator ", pages 57 à 59.
- [12]. ALLIANCE ENVIRONNEMENT INC [2004] Étude d'impact sur l'environnement, Dragage du chenal Tardif à Notre-Dame-de-Pierreville – Municipalité de Pierreville. Rapport final soumis au ministère de l'Environnement du Québec et à Pêches et Océans Canada. 84 p. et annexes.
- [13]. USACE. [2008]. Technical Guidelines for Environmental Dredging of Contaminated Sediments. US Army Corps of Engineers, Engineer Research and Development Center. ERDC/EL TR-08-29.

- [14]. HAND, T. D., A. W. FORD. P.G. Malone, D.W. Thompson et R. B. Mercer. [1978]. A Feasibility Study of response techniques for discharges of hazardous chemicals that sink. U.S. Coast Guard CG-D-56-78. Washington, D.C. U.S.A.
- [15]. ANBT (Agence Nationale de Barrages et Transfert).
- [16]. GEODE (Groupe d'Etudes et Observation Sur le Dragage et l'Environnement). [2012]. Guide Méthodologique sur le dragage par injection d'eau. Artelia & Environnement, Queen Mary University of London. 72 p.
- [17]. CETMEF (Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales) [2009]. Dragage Hydrodynamique. Etat des lieux des pratiques françaises et recommandations générales.
- [18]. US Army Corps of Engineers. [1993]. Water injection dredging demonstration on the upper Mississippi River.
- [19]. ZAOUT Mohamed Amine. Etude d'optimisation de dévasement par dragage des barrages de l'ouest d'Algérie cas du barrage de Bouhanifia. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran -Mohamed BOUDTAF. 106 p.
- [20]. ENVIRONNEMENT CANADA Canada. [1992]. Guide pour choix et l'opération d'équipements de dragage et pratique environnementales qui s'y rattachent. 92 p.
- [21]. BELKACEM Mekerta. [1995]. Etudes des propriétés géomécaniques des sédiments d'envasement de la retenue du barrage de Génissiat. Institut Nationale Polytechnique de Lorraine, 282 p.
- [22]. LAILA Oualkacha. [2010]. L'envasement des retenues de barrages au Maroc.
- [23]. SAADI N. [2016]. Etude de l'envasement du Barrage de K'sob (M'sila) Master. Université Saad Dahleb de Blida. 57p.
- [24]. HALLOUCHE O. [2007]. Prévision du transport solide et sédimentation des barrages. Doctorat. Université Mohamed khider- Biskra. 105p.