

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الجيلالي بونعاما بخميس مليانة
Université Djilali Bounaama Khemis Miliana
Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre
Département d'Agronomie



Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme de **Master**
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Spécialité : Hydraulique Agricole

Contribution à la réalisation d'un schéma d'aménagement hydro agricole d'un bassin versant moyennement érodé (cas de bassin de Harreza w. Ain Defla)

Présenté par :

M^{elle} **HADI** Fatima Zohra

M^{elle} **LACHMI BEN BOKRETA** Fatima Zohra

Soutenu le : 15/06/2015

Soutenu devant le jury composé de:

Président	M ^f BOUDERBALA Abdelkader	MAA
Promotrice	M ^{me} BOUACHI Ilhem	MAA
Examineur	M ^f KADIR Mokrane	MAA
Examinatrice	M ^{me} HALLOUZ Faiza	MCB

Année Universitaire :2014-2015

Remerciements

On tient à remercier notre promotrice M^{eme} BOUAICHI Ilham, qui nous a toujours accueilli à bras ouverts et à tout moment, de nous avoir assisté le long de la réalisation du travail.

Nous remercions les membres du jury de vouloir bien examiner Ce travail et présidé la soutenance et d'avoir accepté d'examiner Notre travail.

Nous remerciant également toutes les personnes qui ont contribué directement ou indirectement dans ce travail

Nous remerciant la DGF de la commune de djelida ET surtout monsieur KIRAD Mohamedpour les donnes et les sorties sur terrain

Les cadres de l'ANPTdu commun de Djelida

Les cadres d'ANRH de khemis Miliana

Dédicaces

Je dédie ce travail :

*Avant tout à mes chers parents Ahmed et Fatiha, qui m'ont
soutenue et de m'encourager durant toutes mes études, et
mon marieOussama*

Mes grandes parent : moussa et khaira

Mes chers frères : Mohamed et isshak

Mes chers sœurs : Fairouze et khawther

A toutes la famille Hadi et Mouzaika et Kirad

*A toute mes amie surtout : Samiha, hadjer, djihâd, Amina,
Hanane*

A mon cher amie et binôme : Fatima Zohra

*A tous mes collègues et ma promation Hydraulique
Agricole*

Hadi Fatima Zohra

Dédicaces

Je dédie ce travail :

*Avant tout à mes chers parents Mohammed et Fatma, qui
m'ont soutenue et de m'encourager durant toutes mes
études.*

A ma grande mère : Aicha

A ma chère frère : Fatah

Mes chères sœurs : Meriem et Karima

A toutes la famille Lachmi Ben Bokreta

A mon cher amie et binôme : Fatima Zohra

*A tous mes collègues et ma promotion Hydraulique
Agricole*

Lachmi Ben Bokreta Fatima Zohra

RESUME

Les conséquences de l'érosion hydrique ne se limitent pas seulement à l'envasement des barrages, ce phénomène contribue aussi à la perte de la couche arable, la plus fertile du sol, diminuant sa productivité et dégradant la qualité des eaux de surface. Tenant compte de l'ampleur du phénomène dans notre pays, nous nous intéressons au bassin versant du barrage de Harreza situé dans la wilaya d'Ain Defla connue par sa vocation agricole, qui fait partie également du bassin versant du Cheliff où une variabilité spatio-temporelle accentuée des écoulements liquides et solides est observée et où l'érosion hydrique est marquée par ses plus fortes valeurs.

Ainsi, une contribution à la réalisation du schéma d'aménagement hydro agricole du bassin versant de Harreza classé moyennement érodé permettra d'assurer une meilleure conservation des sols sur le bassin versant et une réduction éventuelle du taux de transport des sédiments dans les cours d'eau et dans le barrage.

Mots clés : Erosion, Aménagement, Hydro-agricole, bassin versant, Harreza, Cheliff.

ملخص

عواقب الانجراف المائي لا تقتصر فقط على اطماء السدود، تساهم هذه الظاهرة ايضا إلى فقدان التربة السطحية، والارض الخصبة، وانخفاض الإنتاج وتدهور نوعية المياه السطحية. مع الاخذ بعين الاعتبار مدى انتشار هذه الظاهرة في بلادنا، ونحن مهتمون في سد حرازة مستجمعات المياه تقع في ولاية عين الدفلى المعروف عن نشاطها الزراعية، التي هي ايضا جزء من مستجمعات المياه .

وهكذا، فإن المساهمة في تحقيق خطة التنمية المائية الزراعية يجب اعادة تهيئة مستجمعات المياه حرازة ضمان الحفاظ على افضل التربة في منطقة مستجمعات المياه وخفض لنقل الرواسب في مجرى والمياه في السد .

كلمات البحث: تاكل، تحسين .هيدرو زراعية مستجمعات المياه حرازة، الشلف.

ABREVIATIONS

ANBT : Agence Nationale des Barrages et des Transferts.

ANRH: Agence Nationale des Ressources Hydriques.

BV : Bassin Versant.

C.à.d. : C'est-à-dire.

DGF : Direction Générale des Forêts.

FAO : Food and Agriculture Organisation, (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture).

Moy : Moyenne.

Max : Maximum.

Min : Minimum.

Moy : Moyenne.

SBV : Sous Bassin Versant.

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau 01 : Méthodes utilisées pour la réduction de l'envasement des retenues de barrages.....	09
Tableau 02 : les précipitations totales annuelles dans les cinq stations pluviométriques durent la période de 2005/2012.....	24
Tableau 03 : La température de barrage Harreza dut la période de (2005/2006).....	24
Tableau 04 : évaporation du barrage de Harraza pour la période de (2010/2011) et (2013/2014).....	25
Tableau 05 :le vent de la région de Harraza pour la période de (2007/2008) et (2010/2011).....	26
Tableau 06 : Humidité du barrage de Harreza en (%).....	26
Tableau 07 : La localisation du bassin versant de Harreza.....	31
Tableau 08 :Répartition de la superficie par tranche pluviométrique avec localisation.....	31
Tableau 09 : classes des pentes du bassin versant de Harreza.....	32
Tableau 10 :classes d'érosions du bassin versant de Harreza.....	32
Tableau 11 : occupation actuelle des terres dans le bassin versant de Harreza.....	33
Tableau 12 : occupation projetée des terres dans le bassin versant de Harreza.....	34
Tableau 13 : programmes globaux prévus par le schéma directeur d'aménagement.....	34

LISTE DES FIGURES

Page

Figure 01 : Exemple d'aménagement d'une diguette au Burkina Faso.....	13
Figure 02 : Exemple de localisation de bandes enherbées	14
Figure 03 : situation géographique de le zone d'étude.....	18
Figure 04 : hydrographie du bassin versant de Harreza.....	20

LISTE DES PHOTO

Page

Photo01 : barragedeHarreza.....	20
Photo 02 : Exemple 01 de pratique agricole (localisation : Douar Ahlle el Oued, commune de Djelida du BV de Harreza.....	35
Photo 03 : Exemple 02 de pratique agricole (type arbre : Olivier) Localisation : Douar Boualouche commune de Djelida du BV de Harreza.....	35
Photo 04 : technique de l'opuntia, Localisation : dans la région de Djemaa OueledChikh et Ain Defla du BV de Harreza.....	38
Photo 05 : technique de reboisements (arbre reboisés : pondalak) dans le foret de Beni Zoug Zoug, lieu-dit el Ouladj commun de Djelida du BV de Harreza.....	39
Photo 06 : technique de plantation fruitière (type d'arbre : Amondier) dans la région de sidi Belgacem commun de djemaa Ouled cheikh wilaya d'AinDefla du BV de Harreza.....	43
Photo 07 : technique des seuils en gabions, Localisation : douar Tafechna commun de Djelida du BV de Harreza.....	46
Photo 08 : technique des seuils en grillage métallique, Localisation : sidi Messaoud commun de Djelida du BV de Harreza.....	46
Photo 09 : Exemple 01 de technique proposé protection des berges, Localisation : sidi Abbas commune de Djelida du BV de Harreza.....	51
Photo10 : Exemple 02 de technique proposé protection des berges, Localisation : Douar el Koidria commune de Djelida du BV de Harreza.....	52
Photo 11 : technique proposé les murettes, Localisation : région de Taghlissia sur route communale, le chef-lieu de la commune de Djelida, wilaya d'Ain Defla du BV de Harreza.....	55
Photo 12 : technique proposé les banquettes, Localisation : foret de Beni Zoug Zoug commune de djamaa Ouled Chiekh du BV de Harreza.....	58
Photo 13 : zone à forte érosion, aucune pratique ne peut être appliquée dans le BV de Harreza....	61

TABLE DES MATIERES

Page

INTRODUCTION GENERALE.....	1
<u>CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE</u>	
I - BASSIN VERSANT.....	4
I.1. Concept et définition.....	4
I.2. Caractéristiques physiographiques d'un bassin versant.....	4
I.3. Types des pentes d'un bassin versant.....	4
I.3.1. Pente orographique.....	4
I.3.2. Pente topographique.....	4
I.3.3. Pente hydrographique.....	4
I.3.4. Pente stratigraphique.....	4
I.4. Dégradation des sols dans un bassin versant.....	5
I.4.1. Causes fondamentales de la dégradation des sols dans un bassin versant.....	5
I.4.2. Conséquence de la dégradation des bassins versants.....	5
II. L'AMENAGEMENT DES BASSIN VERSANTS.....	5
II.1. Plan d'aménagement.....	6
II.2. Objectifs d'un plan d'aménagement.....	6
II.3. Aménagement « INTÉGRÉ » des bassins versants.....	6
III. ENVASEMENT DES BARRAGES.....	7
III.1. répercussion sur l'agriculture.....	8
III.2. Méthodes utilisées dans le Maghreb pour réduire l'envasement des barrages.....	9
III.3. Envasement moyenne annuelle des retenues de barrage dans les pays du Maghreb.....	9
III.4. Moyens de lutte contre l'envasement utilisés en Algérie.....	10
III.5. Désenvaser coûte cher.....	11
IV. LUTTE ANTI-EROSIVE.....	12
IV.1. Pente et aménagements.....	12
IV.1.1. Terrasses.....	12
IV.1.2. Ouvrages.....	12
IV.1.3. Les aménagements hydrauliques.....	13
IV.1.3.1. bande enherbée.....	14

IV.1.3.2.Limiter la concentration du ruissellement et créer des zones de dépôts.....	15
IV.1.3.3.Protection des chemins d'eau et organisation de l'écoulement.....	15
IV.1.3.4.Pour les secteurs urbanisés.....	16
IV.2.Végétation et techniques culturales.....	16
IV.2.1.Mécanismes d'action de la végétation	16
IV.2.1.1. végétation contre l'ablation.....	16
IV.2.1.2.Rôle de la végétation en faveur de la sédimentation.....	16
IV.2.1.3.Efficacité des différentes formations végétales.....	16
Conclusion	17

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

I. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET DELIMITATION.....	19
II. PRESENTATION DU BARRAGE DE HARREZA.....	19
II.1.Généralites.....	19
III.ASPECT GENERAL DE LA ZONE D'ETUDE.....	20
III.1.Topographie.....	20
III.2. Hydrologie	21
III.2.1.Hydrographie du bassin versant de Harreza.....	21
III.2.2.Apportes solide et liquide de l'Oued Harreza.....	22
a. apport pompés de l'Oued Chélif.....	22
b. Apport solides.....	22
III.2.3.Réseau de surveillance.....	23
IV.CARACTERISTIQUES DU CLIMAT.....	23
IV.1.Précipitation.....	23
IV.4.2.température.....	24
IV.4.3.Evapotranspiration.....	24
IV.4.5. vent	26
IV.4.6-Humidité	26
V.GEOLOGIE.....	27
V.1. Géologie de la cuvette.....	27
V.2.Hydrologéologie.....	28
Conclusion.....	28

CHAPITRE III : TRAITEMENT DU SCHEMA D'AMENAGEMENT HYDRO AGRICOLE EXISTANT DANS LE BV DE HARREZA

INTRODUCTION.....	30
I.LOCALISATION DU BASSIN VERSANT DE HARREZA.....	31
II.CARACTERISTIQUE DU BASSIN VERSANT.....	31
II.1. Classes des pentes.....	32
II.2. Classes d'érosion.....	32
II.3. Occupation actuelle des terres	33
II.4. Populations du bassin versant	33
III.PROGRAMME D'INTERVENTION POUR L'AMENAGEMENT DU BASSIN DE HARREZA.....	34
III.1. Occupation projeté des terres.....	34
III.2. Programmes globaux prévus par le schéma directeur d'aménagement.....	34
IV. TECHNIQUES REPRESENTANT LE SCHEMA D'AMENAGEMENT HYDRO AGRICOLE EXISTANT DANS LE BASSIN DE HARREZA	35
IV.1. pratiques agricoles.....	35
IV.2Plantation
d'opuntia.....	38
IV.3. Reboisement.....	39
IV.4. Plantation fruitière.....	43
IV.5. seuils.....	46

CHAPITRE IV : PROPOSITION DU SCHEMA D'AMENAGEMENT HYDRO AGRICOLE FINAL DANS LE BV DE HARREZA

INTRODUCTION.....	51
I. Protection des berges.....	51
II. murettes.....	55
III. banquettes.....	58

IV. Les mauvais terrains (Bad Land)61

CONCLUSION GENERALE.....63

INTRODUCTION

GENERALE

Introduction

La demande en forte croissance de l'eau, sa répartition inégale, sa disponibilité limitée et la perte des capacités des barrages par leurs envasements continus est considérée comme un problème crucial à l'échelle nationale (**BOUDJADJA, 1998**).

L'envasement des barrages est la conséquence de l'érosion des bassins versants, que ce processus soit naturel ou anthropique, l'érosion sous toutes ses formes (linéaire, en rigoles, en ravines, des berges, glissement de terrain ou coulée de boue, ... etc.), est « un phénomène complexe », son accélération par les différentes utilisations du territoire est considérée comme néfaste lorsqu'elle dépasse un certain seuil (**ANONYME, 2005**).

La combinaison des paramètres physiques des milieux, le type de couvert végétal, les systèmes de cultures et pratiques culturelles entraînent des conditions, des modalités et des intensités érosives différentes à l'échelle de la parcelle, des versants et des petits bassins versants. Il faut tenir compte de ces éléments dans les interventions. Les effets de ces paramètres sont de deux types fondamentaux: dégradation des sols et production de sédiments. La maîtrise des processus hydriques en milieu montagneux telliens, aux différentes échelles apparaît primordiale. Il n'y a pas de documents classant par ordre de priorité et selon des critères acceptés aussi bien par les chercheurs que par les gestionnaires des espaces à traiter selon les différents termes (**ROOSE, 1994**).

Les dégradations qui frappent le patrimoine forestier et les capacités productives des terres sont lourdes de conséquences pour l'avenir, le patrimoine, vu les conjonctions diverses, se rétrécit considérablement d'où une prise en charge urgente pour sa sauvegarde et sa réhabilitation.

La rareté des ressources en eau, le dénuement des retenus provoque des pertes considérables de mètres cubes d'eau d'ensellement et l'équivalent à des plusieurs dizaine de milliers hectares de terre.

La lutte contre les effets de la destruction et de l'exploitation abusive du couvert végétale et la réponse aux objectifs de développement agricole et rural demandent des moyens assez conséquents.

Nul doute que le choix porté sur l'aménagement hydro agricole des zones de montagne et particulièrement la région de Harreza dans la wilaya d'Ain Defla, objet de l'étude en question n'est pas fortuit. La fragilité d'un tel milieu, l'ampleur du phénomène de déperdition des sols et des ressources naturelles, l'envasement des retenus, la détérioration des conditions socioéconomiques

des populations sont autant d'éléments qui devraient constituer les préoccupations majeures pour la protection et la valorisation de cet espace (**BERRAYEH, 2006**).

Dans ce contexte, l'état Algérien donne une large gamme de solutions aux problèmes posés. Parmi elle, un programme de développement rural intégré. L'avenir de la foresterie est lié au développement économique et social des populations vivant dans les zones forestières ou dans leur voisinage.

Afin de pouvoir répondre aux préoccupations posées, et dans le cadre de l'aménagement intégré des bassins versants et développement durable dans la région de djelida cas du barrage Harreza, il apparait nécessaire de mettre en exergue les causes réelles et d'envisager des solutions pratiques en adéquation avec les conditions réelles du terrain. Pour bien appréhender les objectifs à travers cette étude, nous avons adopté les parties suivantes:

Une première partie contenant des revues bibliographiques englobant les caractéristiques d'un bassin versant (les causes de son dégradation dont le facteur fondamentale est l'érosion), l'aménagement des bassins versants (plan, objectifs, les différentes approches d'aménagement et gestion) ; et l'envasement des barrages et leur répercussion sur l'agriculture ; et la lutte antiérosive.

La seconde partie est consacrée à une étude de milieu portant sur la situation géographique et délimitation, apports de l'oued Harreza, aspect générale de la zone d'étude, les caractéristiques climatiques et la géologie ;

La troisième partie est usuelle pour exploiter les différentes techniques existantes pour l'aménagement hydro agricole contre l'érosion hydrique dans le bassin versant de Harreza.

La quatrième partie déploie un programme de développement à travers une série de propositions et orientations d'aménagements pour assurer une meilleur gestion des espaces.

CHAPITRE I

REVUE

BIBLIOGRAPHIQUE

I - BASSIN VERSANT

I.1. Concept et définition

C'est une zone topographiquement délimitée, drainée par un réseau fluvial. Il correspond à la superficie totale des terres drainées en un point donné d'un fleuve ou d'une rivière. Il s'agit enfin d'une entité hydrologique qui a été décrite et utilisée comme entité socioéconomique, politique en vue de la planification et de la gestion des ressources naturelles (**SHENG, 1993 cité par ULYSSE, 2001**).

Autrement dit, c'est un espace composé par toutes les ressources naturelles (eau, sol, forêt, cultures, faune, minéraux, etc.) où généralement se produisent des interactions avec l'intervention de l'homme. Il constitue une unité de planification dans laquelle on peut agir sur toutes les ressources naturelles depuis les lignes de crêtes (ou limite naturelle de partage des eaux) jusqu'aux points les plus bas tout en conservant l'équilibre écologique (**SEMINARIO, 2007**).

I.2. Caractéristiques physiographiques d'un bassin versant

Les caractéristiques physiographiques d'un bassin versant influencent fortement sa réponse hydrologique, et notamment le régime des écoulements en période de crue ou d'étiage. Tout bassin versant comporte quatre formes fondamentales de terrain. Ce sont les sommets, les flancs, les ravines et les zones de déposition (**GIL, 1996 cité par JOSEPH, 2003**).

I.3. Les types des pentes d'un bassin versant

On peut distinguer 4 types de pentes:

I.3.1 Pente orographique

La pente orographique caractérise le relief. Elle favorise l'élévation des masses d'air en mouvement au-dessus des reliefs et provoque la condensation de l'humidité qu'elles contiennent.

I.3.2. Pente topographique

C'est la pente qui influence l'écoulement superficiel des eaux (ruissellement de surface et écoulement hypodermique). Elle accélère le ruissellement sur les versants et détermine en partie le temps de réponse du cours d'eau aux impulsions pluviométriques.

I.3.3. Pente hydrographique

La pente hydrographique, ou profil en long du cours d'eau, peut-être déterminée sur la carte ou mesurée sur le terrain par un nivellement de précision.

I.3.4. Pente stratigraphique

Elle contrôle le chemin des eaux infiltrées qui alimentent les aquifères. Elle détermine aussi la direction de l'écoulement des eaux souterraines (**ULYSSE, 2001**).

I.4. Dégradation des sols dans un bassin versant

La dégradation des sols dans un BV se définit comme étant l'épuisement de la capacité de production de la couche arable. Cette baisse de productivité résulte des modifications des Propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol ainsi que d'une perte de sol, de la matière organique et de minéraux (**GOSSELIN et al, 1986**).

I.4.1. Causes fondamentales de la dégradation des sols dans un bassin versant

Par ordre d'importance, elles sont :

- L'érosion qui est le facteur principal de la dégradation des sols dans notre zone d'étude ;
- Le déboisement anarchique ;
- L'agriculture ;
- Le surpâturage.

I.4.2. Conséquence de la dégradation des bassins versants

La dégradation des bassins versants conduit à une accélération de la dégénérescence écologique, à une restriction des possibilités économiques et à une intensification des problèmes sociaux (**SHENG, 1993 cité par JOSEPH, 2003**).

II. L'AMENAGEMENT DES BASSIN VERSANTS

Presque toutes les définitions relatives au concept d'aménagement de bassin versant font référence à un ensemble de mesures qui rentre dans le cadre de l'aménagement physique et social du milieu. Ces mesures doivent permettre la protection et l'évaluation du niveau de productivité de toutes les ressources naturelles du milieu ainsi que l'amélioration des conditions socioéconomiques de la population.

Les programmes de recherches et d'expérimentation réalisés entre 1986 et 1995 permettent aujourd'hui de disposer de solutions permettant à la fois d'intensifier la production en montagne et de préserver les sols des phénomènes d'érosion (**ROOSE et al. 1993**). Les données issues de ces travaux montrent la nécessité d'agir dans deux directions distinctes et complémentaires :

a• La maîtrise du ruissellement À l'échelle des parcelles agricoles et des pâturages. Les techniques préconisées visent l'amélioration de la couverture végétale et l'augmentation de la rugosité de surface, afin de favoriser l'infiltration de l'eau et de dissiper l'énergie des eaux de ruissellement. Il s'agit donc d'amener les agriculteurs à modifier leurs pratiques à travers une meilleure gestion de leur espace et des itinéraires techniques appropriés.

b • La réduction des transports solides

Par l'aménagement des ravines et des berges des cours d'eau, car il est établi aujourd'hui que les sédiments emportés par les eaux proviennent essentiellement du ravinement et du sapement des berges. Les aménagements viseront la maîtrise de la torrencialité par des constructions de seuils et la stabilisation des berges de ravins mais aussi celles des cours d'eau. Ces actions sont nécessairement à la charge de l'administration compte tenu de leur localisation, de leur nature et de leur finalité.

II.1. Plan d'aménagement

Le plan d'aménagement se définit alors comme l'exercice intellectuel par lequel on conçoit un ensemble d'actions orientées vers l'atteinte d'objectifs jugés prioritaires, afin de surmonter et de prévenir les effets néfastes de l'imprévoyance (GLASSON, 1974 cité par PREVIL, 1993).

II.2. Objectifs d'un plan d'aménagement

Selon (GIL 1996 cité par JOSEPH 2003) un plan d'aménagement de bassin versant peut avoir les objectifs suivants :

- amélioration du niveau et des conditions de vie de la population,
- arrêt de l'érosion et de la dégradation des sols par des mesures systématiques de conservation de sol et des eaux,
- satisfaction des besoins économiques et garantie de la sécurité de la population d'un bassin versant ou d'un pays donné,
- protection des infrastructures en aval et des investissements publics, • établissement d'un équilibre écologique entre l'homme et son milieu, • production soutenue avec des rendements 5acrus grâce à une meilleure gestion des systèmes de production.

II.3. Aménagement « INTÉGRÉ » des bassins versants

Lors de l'élaboration de plans (d'aménagement des bassins versants), il faut tenir compte tant des caractéristiques de la terre et des ressources hydriques que des facteurs socioéconomiques qui se répercutent sur le développement des êtres humains dans la région en général, et sur l'utilisation des terres en particulier. Il faut également prévoir un appui opérationnel permanent. Si l'utilisation des ressources foncières et hydriques mondiales n'est pas régie par un contrôle social adéquat, leur surexploitation peut aboutir, à long terme, à un sous-développement régional ou national. Il est en outre indispensable d'avoir conscience de l'ensemble du système des ressources en terres et en eaux, tant en amont qu'en aval, et des avantages interdépendants qui peuvent être obtenus grâce à une application judicieuse de la technologie moderne. L'aménagement intégré des bassins versants vers la fin des années 80 a été un précurseur du développement rural durable, tel que prôné lors du Sommet de Rio en 1992. Les deux approches adoptent une perspective systémique des interactions biophysiques et sociales, s'intéressent aux conséquences des changements introduits sur le site et

hors du site, et partagent la conviction qu'une gestion sociale appropriée peut optimiser le fonctionnement des écosystèmes humains. Toutes deux ont pour objectif de produire des avantages pour la population comme pour l'environnement dans laquelle elle vit (**FAO, 1983**).

III. ENVASEMENT DES BARRAGES

Dans de nombreux pays du monde, le transport des sédiments dans le réseau hydrographique des bassins versants et leur dépôt dans les retenues pose aux exploitants des barrages des problèmes dont la résolution ne peut qu'être onéreuse. Non seulement la capacité utile est progressivement réduite au fur et à mesure que les sédiments se déposent dans la retenue mais encore l'enlèvement de la vase est une opération délicate et difficile, qui bien souvent exige que la retenue soit hors service, ce qui est pratiquement impossible dans les pays arides et semi-arides. Dans l'un et l'autre cas, il en résulte des dommages considérables à l'environnement et une mise en péril de l'économie du projet (**REMINE, 2000**).

Le phénomène de l'envasement des barrages, de par la situation géographique du pays (zone semi-aride), constitue un enjeu d'envergure nationale. En effet, le phénomène de l'envasement touche les pays du Maghreb, mais plus particulièrement l'Algérie et s'est accéléré à partir des années 2000 (particulièrement à partir de 2003). Les retombées sont directes et graves et sur l'économie nationale et sur le développement de la société tout entière.

Selon une récente étude basée sur des séries statistiques comportant les données de 57 grands barrages, l'Algérie perd par envasement 45 à 50 millions de m³ chaque année. Nos barrages se transforment de plus en plus en réceptacles de vase que d'eau. Du coup, la déféctuosité des réseaux d'alimentation en eau potable (AEP), ne constitue plus la principale cause de déperdition des eaux de consommation. Au-delà de ce taux de fuite des eaux, dû à la mauvaise étanchéité des réseaux, la déperdition à la suite de l'envasement se situe dans une tout autre «méga-échelle» de considération (**ABDELLI & ZEGGANE, 2007**).

Le volume de matériaux qui se déposent chaque année dans les retenues des barrages algériens s'élève à 20 x 10⁶ m³ (**REMINE, 1999**). Ceci contribue à l'envasement prématuré de ces retenues et diminue de 0.3% par an les capacités de stockage de l'eau, estimées à 6.2 x10⁶ m³ (**RIAD et al, 1999**), dans des régions caractérisées par une pluviométrie à la fois faible et irrégulière (**BOUANANI et al, 1999**) dans notre zone d'étude le barrage avait un volume de la retenue de 177 Hm³ lors de sa mise en eau (05 Juin 1999) et actuellement son volume est de 145, 161 Hm³ soit une baisse d'environ 32 Hm³.

III.1. répercussion sur l'agriculture

L'envasement des barrages est la conséquence directe de l'érosion entamée déjà plus en amont sur les bassins versants suite au dépérissement du couvert végétal

Nos ressources hydriques sont en danger d'épuisement par suite de colmatage de ces grands réservoirs d'eau que sont les barrages. La lutte contre le fléau de l'envasement ne peut être efficace que si elle s'inscrit dans une démarche qui favorise le long terme. Le « solutionnement » de ce problème dans le cadre d'une politique de développement durable constitue l'éventail des solutions dites en amont, c'est-à-dire la prévention. Le reboisement des bassins versants représentant le chevelu hydrographique (le réseau d'oueds déversant dans un barrage donné) des barrages d'eau, la protection des zones en amont, etc.

Autant d'actions, qui, à long terme, permettront de réaliser des plus-values par simple fait de prolongation de la durée de vie de ces ouvrages, ô combien coûteux en matière d'investissement. Le concept de développement durable ne fait que poindre à l'horizon. Il faut dire que depuis de longues décennies, la conjoncture sociopolitique n'a pas permis de préserver les grandes étendues des bassins versants: la politique de la terre brûlée entamée par l'occupant a été quelque peu poursuivie plus tard par la communauté villageoise pauvre par un défrichage intense pour les besoins de culture et de chauffage. Ainsi, le curetage constitue une tout autre méthodologie de lutte imposée par les raisons précitées. Depuis plusieurs années, l'Algérie diversifie ses moyens d'intervention en vue de prolonger la durée de vie de son infrastructure de stockage hydrique. La surélévation constitue l'une des techniques qui permettent de prolonger la vie d'un ouvrage.

L'augmentation de la hauteur de la digue permet de compenser le volume d'eau perdu en profondeur occupé par la vase. Au total, neuf barrages ont été surélevés. Toutes les opérations de sur-élévation en Algérie ont permis de récupérer jusqu'en 2007 une capacité de 100 millions de m³. Toutefois, la surélévation d'un barrage devra être précédée d'une étude très approfondie des contraintes liées à l'infrastructure et au site lui-même (ABDELLI & ZEGGANE, 2007).

III.2. Méthodes utilisées dans le Maghreb pour réduire l'envasement des barrages

En vue de réduire la quantité de sédiments censés se déposer dans les retenues de barrages, plusieurs méthodes résumées dans le tableau N° 02 ont été appliquées dans les pays maghrébins.

Tableau 01 : Méthodes utilisées pour la réduction de l'envasement des retenues de barrages (source SAIDI, 1991).

Types de méthodes	Objectif des méthodes utilisées
A. Méthodes préventives	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Aménagement des bassins versants amont ; ◆ Réalisation des digues guide-eau pour dévier les sédiments vers les évacuateurs des crues et éviter ainsi leur dépôt dans les réservoirs (après utilisation de modèles réduits physiques) ; ◆ Réalisation de vannes de dévasage adaptées ; ◆ Adoption d'une législation conséquente basée sur la maintenance et la gestion des réservoirs.
B. Méthodes curatives	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Adoption de l'évacuation, à partir des barrages, des sédiments (soit par vidange à niveau bas, par vidange sans abaissement du plan d'eau ou par l'utilisation des courants de densité ; ◆ Une «tranche morte» suffisante est à réserver à l'atterrissement des sédiments. ◆ Dragage des sédiments ; ◆ Surélévation de barrages et utilisation de nouveaux sites de barrages.

III.3. Envasement moyenne annuelle des retenues de barrage dans les pays du Maghreb

L'alluvionnement moyen annuel des retenues de tous les barrages au Maroc, en Tunisie et en Algérie, déterminé par les diverses méthodes précitées, est comme suit :

- l'envasement moyen annuel de tous les réservoirs au Maroc, s'élève à 60 millions de mètres cubes (Mm³) par an (LAHLOU, 1995) ;
- celui de la Tunisie est de 33 Mm³/an (LAHLOU, 1995) ;
- et l'atterrissement moyen annuel des retenues des barrages est de 40 mm³ /an pour l'Algérie (SAIDI, 1991).

Ainsi, par an, la capacité utile en eau des retenues des 3 pays est réduite de 133 Mm³ /an. L'équivalent de la capacité d'un grand barrage est perdu annuellement par sédimentation dans le Maghreb. Depuis leur mise en service, l'envasement total de tous les barrages algériens est estimée à 460 Mm³ (11 % de la capacité totale initiale), l'alluvionnement de tous les barrages marocains depuis leur exploitation s'élève à 800 Mm³ (soit 8 % de la capacité totale initiale). L'atterrissement total de sédiments dans tous les réservoirs tunisiens, depuis leur création, est de 270 Mm³ (soit 13 % de la capacité totale initiale).

L'interprétation scientifique est que l'envasement dans les pays du Maghreb est trop élevé, en comparaison avec ce qui est observé à l'échelle internationale. Certes, les érosions spécifiques dans ces pays sont parmi les plus élevées dans le monde (LAHLOU, 1995).

III.4. Moyens de lutte contre l'envasement utilisés en Algérie

La majorité des barrages en Algérie ont une durée de vie lie de l'état de leur envasement. Il est rare cependant, que l'on puisse admettre à l'issue d'une période aussi courte, l'abondons d'un aménagement hydraulique particulièrement lorsqu'il s'agit de réservoirs destinés à l'adduction en eau potable ou l'irrigation dont les intérêts socio-économiques justifient une garantie de service illimitée. Il importe donc, non seulement de prévoir le rythme de comblement de la retenue de façon aussi précise que possible, de manière à prendre les dispositions économiques et sociales qui s'imposent mais aussi et surtout de sauvegarder au maximum l'existence de la retenue en luttant contre ce phénomène utilisé en Algérie. Nous pouvons citer:

- a) le reboisement, la restauration des sols la formation des banquettes. La plantation de végétation à longues tiges dans les oueds. Il est à noter que les tamaris qui ont poussé à l'amont des quelques barrages en Algérie constituent de véritables pièges à sédiments. Dans le cadre de la protection des bassins, un programme spécial a été lancé par les services des forêts. Il s'agirait de traiter une superficie de 1,5 millions hectares d'ici l'an 2010. Soit un rythme de réalisation de 67000 ha/an. Les coûts sont évalués à environ 16 Milliards de DA ;
- b) Réalisation de barrage de décantation Il existe un cas en Algérie, c'est le cas du barrage de Boughezoul qui est exploité partiellement comme bassin de décantation du barrage de

- Ghrib. Ce barrage a permis de retenir depuis sa création environ $35 \times 10^6 \text{ m}^3$ de vase. Il réduit l'envasement de Ghrib de près de 24 % ;
- c) Surélévation des barrages: Cette technique a été réalisée sur cinq barrages. La surélévation des barrages permet d'augmenter la capacité de la retenue et donc de compenser la valeur envasée ;
 - d) Chasses dites à l'Espagnole : Méthode utilisée pendant les premières crues pour les barrages de moindre importance, Cette méthode est efficace quand elle est possible. Elle consiste à vider complètement le barrage au début de l'automne et à le laisser vider, toutes vannes ouvertes, jusqu'aux premières pluies. La première crue enlève sans difficulté les vases de l'année non encore consolidées ;
 - e) Soutirage des courants de densité : Le soutirage des courants de densité a donné des résultats spectaculaires en Algérie ;
 - f) Dragage des barrages : A travers l'expérience algérienne, le dragage s'est avéré une solution sûre mise à part les difficultés de mise en dépôt et le coût. L'Algérie a acquis en 1989 un matériel complexe de dragage à savoir une drague suceuse refouleuse. Cette drague, d'un poids total de 300 t est conçue pour refouler à une hauteur de 28 m dans une conduite de 700 mm avec un débit maximum de mixture (vase -I- eau) de 1600 Vs et pour draguer à une profondeur de 3 à 16 m (**REMINI, 2000**).

III.5. Désenvaser coute cher

L'opération la plus classique de curetage des barrages et en même temps la plus coûteuse concerne le dévasement (l'enlèvement des boues de fond par des moyens mécaniques). La situation géographique de l'Algérie fait d'elle le pays pionnier en la matière. Forte de son expérience d'un demi-siècle, l'Algérie s'est dotée récemment de deux dragues suceuses refouleuses, Depuis les années 2000, plus de 20 millions de m^3 de vase ont été extraits de nos barrages.

Le dévasement s'accompagne toujours d'une perte d'eau inévitable. Jusqu'à nos jours, les meilleurs rendements font état de 1 m^3 d'eau perdu pour le même volume de boue extraite. La technique consiste tout simplement en un aménagement adéquat. Une succession de bassins de décantation sont creusés plus en amont du barrage à dévaser. Les boues extraites sont déposées dans ces bassins, et après décantation, les eaux sont acheminées gravitairement vers leur lieu d'origine.

Entre 2004 et 2006 au total et pour une première phase, 4 millions de m^3 de boue ont été dévasées. Pour rappel, certains exploitants de barrages utilisaient la méthode de l'évacuation périodique des eaux (la chasse). Les spécialistes déconseillent le recours à ce procédé dans les pays arides et semi-arides suite au temps important de remplissage de l'ouvrage.

Une dernière technique pour lutter contre l'envasement est celle du soutirage. Son application est cependant réservée à certains sites qui, de par leur configuration, permettent l'apparition de ce que les spécialistes appellent les courants de densité: une sorte de mixture de boue et des eaux, se propagent au fond des retenues et dont le courant au cours de sa propagation présente le caractère d'individualité, donc ne se mélange que dans des proportions très faibles avec les eaux claires.

IV. LUTTE ANTI-EROSIVE

Il est possible d'atténuer l'ensablement en agissant à la source du problème, plus en amont, au niveau de la source principale des sédiments: la matière érodée. En effet, la désagrégation de l'écorce terrestre et des couches recouvrantes, et par la formation des débits solides charriés et des débits solides en suspension sont des processus naturels que l'on ne peut pas annuler totalement. On peut tout de même réduire leur intensité à l'aide de moyens techniques de lutte antiérosive. L'intérêt est ici de mettre l'accent sur la lutte contre l'ensablement en s'attaquant à ses causes, et non au désensablement proprement dit qui n'est qu'une solution curative et certainement limitée. (Sahel Dimanche, 2009)

Il s'agit principalement du boisement et de l'enherbement des surfaces dénudées, de retenue par le bas des pentes glissantes et de la consolidation des sédiments anciens à l'aide de moyens techniques et au moyen de la végétation.

IV.1 Pente et aménagements

Les aménagements antiérosifs portant sur la pente se basent sur le même principe. Ils ont pour but de ralentir le ruissellement des eaux, diminuant ainsi l'arrachage et le transport de particules solides. Les ruptures de pente créent des conditions favorables au dépôt des sédiments, aux endroits recherchés. Les zones d'accumulations sédimentaires peuvent ensuite être régulièrement purgées.

IV.1.1.Terrasses

Les terrasses en gradins sont développées depuis des siècles autour de la Méditerranée, (mais aussi en Afrique, en Asie et en Amérique latine). Elles n'apparaissent que là où manquent les terres planes, où les salaires sont bas et la main d'œuvre abondante. Comme il faut 1000 à 1500 jours de travail pour aménager un hectare, les terrasses ne se développent que là où il y a une forte pression démographique, militaire ou religieuse, et où la rentabilité des cultures est élevée (irrigation fréquente).

IV.1.2.Ouvrages

Les techniques préconisées évoluent progressivement des barrages, terrasses et diguettes en terre à des micros barrages perméables (haies, bandes enherbées ou cordons de pierres) moins coûteux.

Le plus souvent pourtant, les populations construisent barrages en fond de ravines pour que les eaux de ruissellement soient retenues et que les sédiments s'y déposent.

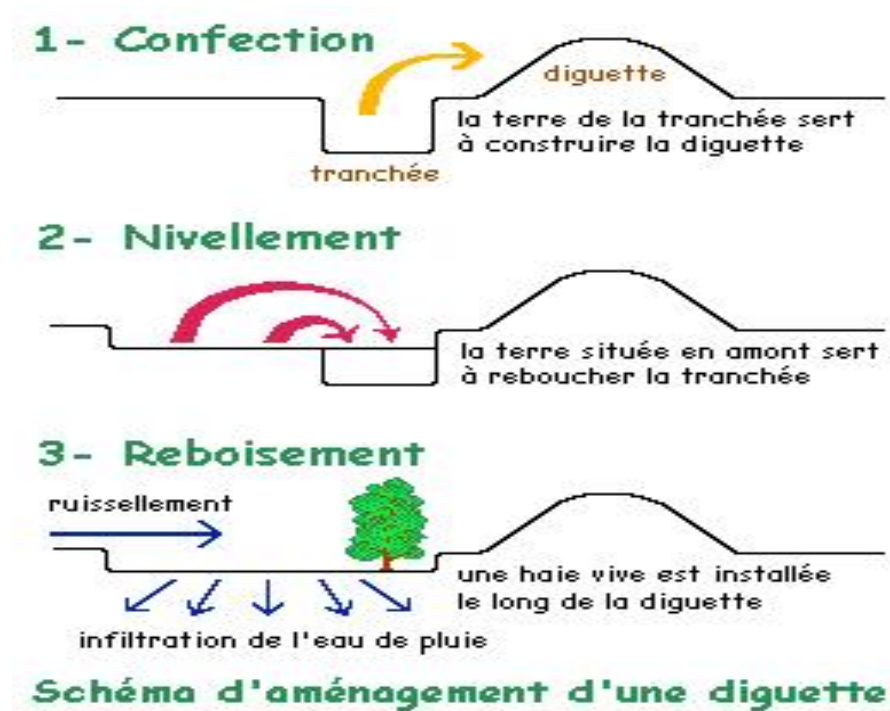


Figure 01 : Exemple d'aménagement d'une diguette au Burkina Faso

Source: www.sosenfants.com/developpementburkina.php

IV.1.3. Les aménagements hydrauliques (GAUVIN, 2000)

L'approche pour estimer les volumes de ruissellement et les débits repose sur une connaissance précise du terrain et une adaptation la plus étroite possible des risques à chaque bassin versant. Ces méthodes sont souvent utilisées par les bureaux d'études afin de dimensionner les ouvrages nécessaires pour contenir successivement le long d'un bassin versant les eaux de ruissellement et limiter ainsi l'érosion. Elles s'appuient sur des analyses d'intensité de pluie, sur des choix de coefficient de ruissellement, sur des estimations de temps de concentration, sur des estimations de débits et de volumes ruisselés.

Les aménagements généralement proposés sont prévus pour lutter contre les phénomènes chroniques. Ils ne sont pas dimensionnés pour faire face à des événements de fréquence rare, mais au mieux, de fréquence décennale (pluie apparaissant statistiquement une année sur dix).

IV.1.3.1. La bande enherbée

Elle peut de jouer un double rôle : elle permet de lutter à la fois contre l'érosion et contre les pollutions des cours d'eau par les produits phytosanitaires d'origines agricoles et le ruissellement des matières en suspension.

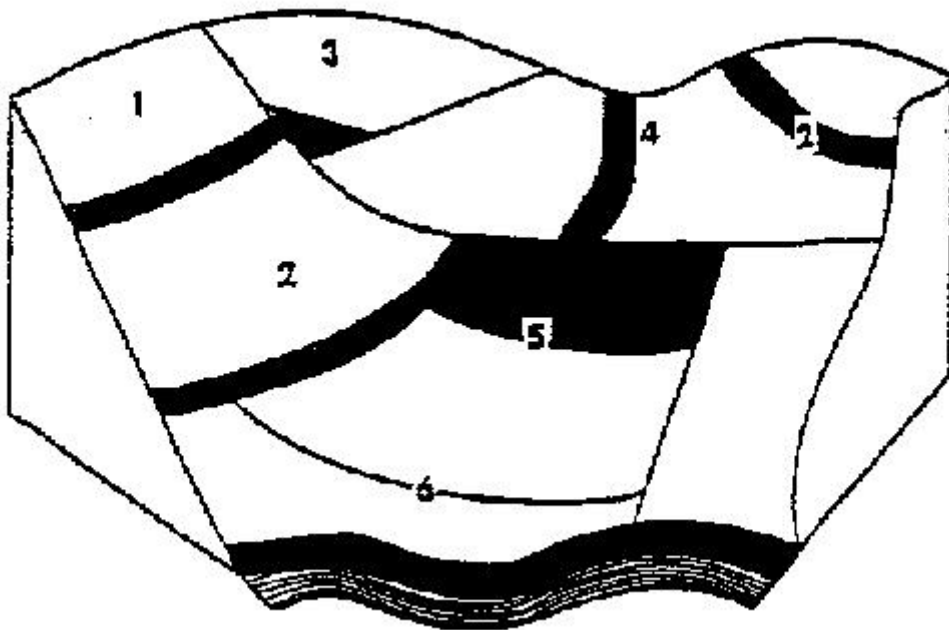


Figure 02 : Exemple de localisation de bandes enherbées (d'après Groupe 'dispositifs enherbés' du CORPEN)

La localisation des bandes enherbées répond à plusieurs principes. Elles peuvent être :

- en position d'intercepter transversalement le ruissellement diffus au sein de la parcelle, ou en bordure de celle-ci (n° 1, 2, 6) : dans ce cas, elles freinent l'eau, retiennent des sédiments et jouent le rôle de diffuseur (limite la concentration de l'eau).
- en position de canalisation du ruissellement, c'est-à-dire qu'elle est implanté dans l'axe du talweg (n°4). Dans ce cas, elle empêche le décollement des particules terreuses dans la zone déprimée. Elle est positionnée de sorte à guider l'eau vers l'aval sans emporter les sédiments.
- en position de banquettes d'adsorption, de diffusion associant au filtre une dépression aménagée en amont qui exerce un triple rôle ; décantation, infiltration et répartition de la

lame d'eau ruisselante sur le filtre provenant de l'amont (n°3 et 5). En limitant le ruissellement à l'amont, on favorise davantage l'infiltration de l'eau.

IV.1.3.2.Limiter la concentration du ruissellement et créer des zones de dépôts

Ces ouvrages de stockage du ruissellement situées en général à l'interface entre les terres cultivées et les zones urbanisées n'ont pas d'effet sur l'érosion elle-même (si elles sont bien entretenues) mais sert seulement à la contenir.

- les plis ou modelés.
- les barrages en balles de paille.
- les diguettes avec fossés de stockage.
- les mares tampons.
- les talus et bandes boisées.
- les haies.
- les banquettes d'absorption-diffusion.
- les bandes enherbées qui empêchent l'arrachement du sol sur les passages en eau.

En jouant le rôle de barrière et en déviant les écoulements, les haies peuvent protéger une partie des surfaces du bassin versant. Des risques existent selon le mode d'implantation de ces ouvrages. La maîtrise de l'évacuation des eaux est primordiale, elle dépend beaucoup de l'entretien des aménagements.

IV.1.3.3.Protection des chemins d'eau et organisation de l'écoulement

Les techniques existantes sont:

- **chenal enherbé** : il sert à acheminer l'eau en évitant l'incision et permet d'éviter le caractère boueux aux inondations. Il permet aussi de filtrer les matières en suspension en créant des dépôts.
- **fossés de drainage (ou barrages filtrants) et ouvrages de canalisation**: Ils peuvent faire office de bassins de rétention, puisque l'eau est ralentie et donc en partie stockée à l'amont des aménagements.

Tous ces ouvrages correspondent néanmoins à des actions limitées et apparaissent comme des solutions secondaires et coûteuses, d'où l'intérêt de développer les actions préventives agronomiques.

IV.1.3.4. Pour les secteurs urbanisés

L'objectif est :

- de ralentir le transit des eaux de ruissellement par des bassins de rétention (coûts d'entretien élevé)
- de suivre le développement des surfaces imperméabilisées (toitures, routes, parking, trottoirs...) pour contrôler la vitesse de ruissellement.

IV.2. Végétation et techniques culturales

La végétation et les méthodes culturales sont les moyens les plus efficaces et les plus adaptés à long terme pour lutter contre l'érosion. Des cultures associées traditionnelles, qui assurent une couverture végétale optimum et celui des haies traditionnelles qui jouent un rôle efficace contre le ruissellement et l'érosion doivent ainsi être assurés.

IV.2.1. Les mécanismes d'action de la végétation (REY F. et Al, 2004)

La végétation peut intervenir contre l'érosion hydrique de surface de deux manières principales : d'une part, elle peut empêcher l'ablation du substrat, d'autre part, elle peut favoriser la sédimentation, en retenant les sédiments érodés plus à l'amont.

IV.2.1.1. La végétation contre l'ablation

La végétation protège les sols de l'ablation par réduction de l'énergie des agents érosifs et maintien des sols.

- Réduction de l'énergie de l'érosion pluviale
- Réduction de l'énergie du ruissellement
- Maintien des sols

IV.2.1.2. Rôle de la végétation en faveur de la sédimentation

La végétation peut exercer un effet favorable sur la sédimentation des particules, grâce à des processus de piégeage et de rétention d'une partie des sédiments érodés à l'intérieur d'un bassin versant. Les écoulements déposent les sédiments par suite de la réduction de leur énergie de transport. Des dépôts ont ainsi été observés à l'amont de barrières végétales, sur des pentes plus fortes que celles sans végétation.

IV.2.1.3. Efficacité des différentes formations végétales

L'effet de la végétation peut être différent selon les formations végétales ; il peut dépendre du type de végétation ou de l'utilisation du sol.

Le rôle de la couverture herbacée est souvent dénigré, alors que, bien souvent, elle peut être très efficace pour lutter contre l'érosion hydrique de surface. Son action peut être optimale en mélange

avec une formation arborée, les arbres permettant de dessécher les couches profondes, tandis que les herbes maintiennent la couche superficielle du sol.

La morphologie et la taille des végétaux sont importantes pour la maîtrise de l'érosion, car cela détermine la formation de litière, élément qui favorise l'infiltration de l'eau.

Conclusion :

Ce chapitre a été consacré à des concepts et définition du bassin versant, les caractéristique physiographique du bassin, les des pentes, la dégradation des sols dans le bassin versant, l'aménagement des bassins versants, plan d'aménagement, l'envasement des barrages, répercussion sur l'agriculture, les méthodes utilisés dans le Maghreb pour réduire l'envasement des barrages, est pour la lutte antiérosive, pente et aménagement, terrasse et ouvrage, les aménagement hydrauliques végétation et technique culturale.

CHAPITRE II

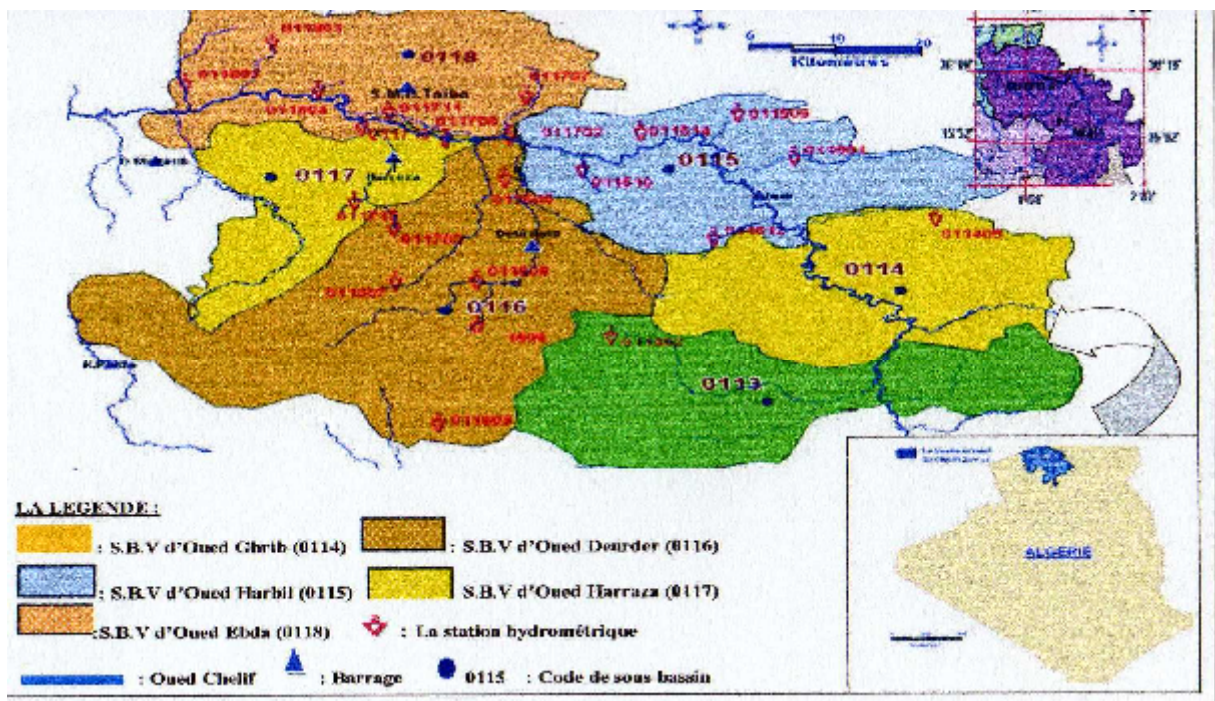
PRESENTATION

DE LA REGION

D'ETUDE

I. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET DELIMITATION

Le bassin versant de l’oued Harreza (attribué du code 0117) fait partie du bassin de l’Oued Cheliff(01). Située à 120 Km à l’Ouest d’Alger, entre les coordonnées géographiques 2° et 2°40’ de longitude Est et entre 36° et 36°40’ de latitude Nord. D’une altitude moyenne de 450 mètres, il draine une superficie de 142 Km². L’oued Harreza parcourt une distance de 40,5 Km suivant une orientation Sud-Est vers l’Ouest. Au sud du bassin, le relief atteint une altitude de 765 mètres, tandis que le point le plus bas est à l’exutoire avec une altitude de 313 mètres.



Source : HARKAT et al. ,2011

Figure 03 : situation géographique de le zone d'étude

II. PRESENTATION DU BARRAGE DE HARREA

II.1.Généralités

Le site du barrage de Harreza se trouve à 15km au sud-ouest de la ville de khemis Miliana, sur l’oued Harreza, qui est un affluent de la rive gauche de l’Oued Chélif.

Les caractéristiques hydrologiques et techniques du barrage sont :

Caractéristiques hydrologiques

Oued : HARREZA
Capacité initiale : 70,00 hm³

Capacité dernier levé (2004) : 76,65 hm³
Apport moyen annuel : 30,80 hm³/an
Envasement : 0,28 hm³/an
Surface du bassin versant : 142 km²

Caractéristiques du barrage :

Type : TERRE
Hauteur : 38 m
Longueur : 1800 m
Côte retenue normale : 313,00 m
Côte Plus Hautes Eaux : 314,90 m
Déversoir : SEUIL LIBRE
Vidange de Fond : 4 m³/s



Photo 01 : barrage de Harreza

III.ASPECT GENERAL DE LA ZONE D'ETUDE

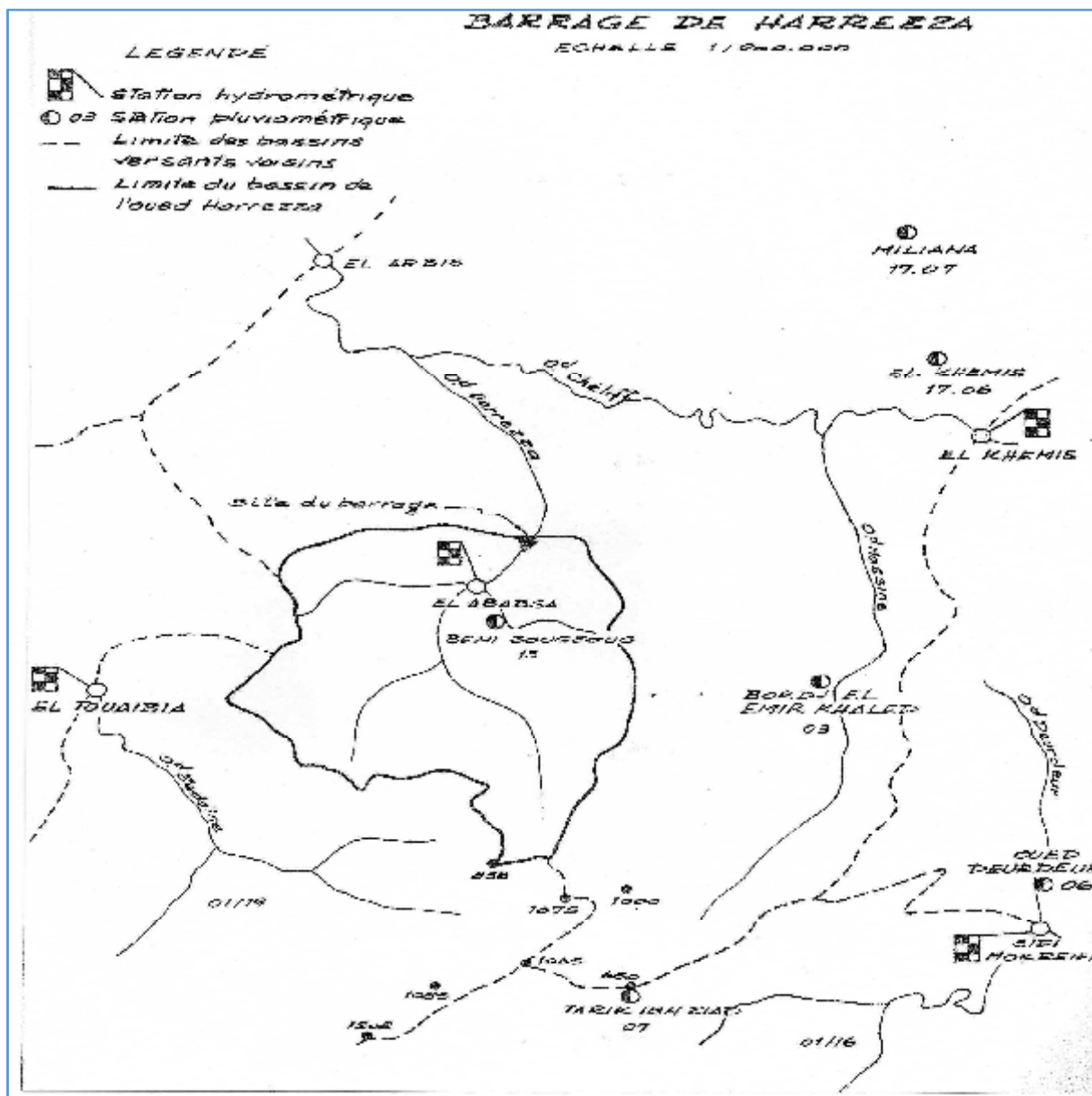
III.1.Topographie

L'altitude moyenne du bassin est de 450m et sa plus grande partie (98%) à une altitude inférieure à 650m, le relief atteint une altitude de 765 mètres au Sud du bassin, tandis que le point le plus bas est à l'exutoire avec une altitude de 313 mètres.

III.2. Hydrologie

III.2.1. Hydrographie du bassin versant de Harreza

Le bassin versant est drainé par l'oued Harreza et ses affluents. Du côté Est, l'oued Dar Emial prend sa source dans le relief de Beni Zoug Zoug et vient se jeter dans l'oued Harreza. Le bassin versant se trouve dans un foret domanial de Beni Zoug Zoug elle existe dans le territoire de la commun de djemaa Oueled Chikh et Djelida et situe dans le couté sud de la chef-lieu de wilaya de Ain Defla. L'oued Slimane se joint à l'oued principal en drainant la partie Ouest du bassin versant.



Source : ANBT. ,1985

Figure 04 : hydrographie du bassin versant de Harreza

III.2.2. Les apports liquide et solide de l'Oued Harreza

Les apports sont fournis pour la plupart les mois de janvier à avril.

L'apport total du bassin versant, estimé en moyenne à $7,5\text{Mm}^3/\text{an}$.

D'entente avec l'administration, les caractéristiques des crues retenues pour le dimensionnement définitif des ouvrages sont les suivantes :

Les calculs hydrauliques, de la dérivation provisoire et de l'évacuation de crues, ont été effectués pour les débits de pointe de $270\text{m}^3/\text{s}$ et $800\text{m}^3/\text{s}$, respectivement.

D'accord avec l'hydro gramme de la crue cinq millénaire le débit d'entrée arrive à la valeur maximum de $800\text{m}^3/\text{s}$ dans un temps de 6 heures.

a. apport pompés de l'Oued Chélif

Le volume moyen annuel pompé de l'Oued Chélif est évalué en $23,3 \cdot 10^3\text{m}^3$ il sera obtenu par pompage continu à la station de pompage d'El khemis 2 pendant 6 mois et pour un débit nominal de $3,5\text{m}^3/\text{s}$.

Dans le stade actuel de l'aménagement , à droite de la station de pompage , il n'est pas possible de pomper en période hivernale tous les apports du Chélif , car le niveau devant la prise d'eau latérale ne devra pas descendre au –dessous de la cote 269m pour que les pompes fonctionnent .la création ultérieure d'un seuil , qui augmente le niveau de l'oued Chélif est admise.

L'hypothèse d'un remplissage partiel du réservoir à partir de pompage dans la nappe phréatique en rive droit a été examinée mais elle n'a pas retenue, étant donné le cout élevé des adductions nécessaires à amener l'eau jusqu'à la retenue et le risque de déséquilibre hydrogéologique que cette solution pourrait comporter.

b. Apport solides

L'apport solide prévisible dans la retenue a été évalué par la direction du barrage compte tenu des données d'érosion spécifique disponibles dans la région et des mesures de concentration entreprises dans la station de pompage.

L'avant-projet détaillé avait retenue pour la garde d'envasement le volume de 20Mm^3 , correspondant à une durée prévisible de 30 ans. C'était une estimation déjà prudente, justifiée par l'indétermination du transport solide provenant notamment du Chélif, qui peut attendre des concentrations importantes.

Une fois que la capacité du réservoir, déterminée à la cote de retenue normale avec les éléments du nouveau plan au 1 :5000 est de 75Mm^3 au lieu des 70Mm^3 auparavant considérés, en maintenant

le volume utile de la retenue de 50Mm³, on augmentera la garde d'envasement pour 25Mm³ et, en conséquence, la durée qui n'apportera pas une perte du volume utile par l'envasement.

De cette façon, la garde d'envasement sera, en réalisé, correspondant à une durée de l'ordre de 40 ans, pour l'envasement annuelle moyen qui a été prévu.

Sur l'apport total de sédiment il est évalué que 30% proviennent de l'oued Harreza et 70% de l'oued Chélif, par pompage.

D'accord avec ces valeurs, l'envasement annuel en pourcentage du débit annuel moyen sera de 2,5% pour les apports de l'oued Harreza et de 1,8% pour les pompées de l'oued Chélif.

III.2.3.Réseau de surveillance

Le réseau de surveillance du bassin versant de Harreza est constitué de :

-stations hydrométriques :

-El Ababsa (011715)

-El khemis (0117)

-El Touaibia

-Sidi Mokreife

-stations pluviométriques :

-Beni Zoug Zoug

-Miliana

-El Khemis

-Bordj el Amir Khaled

-Deurdeur

-Tarik Ibn Ziad

De ces stations, seulement la station pluviométrique de Beni Zoug Zoug et la station hydrométrique de El Ababsa restent situées au bassin versant de l'oued Harreza en amont du site du barrage.

Au sud, dans les limites du bassin de Harreza avec les bassins versants voisins (bassins des oueds Zeddin et Massine) il y a une partie montagneuse, qui fait que la station pluviométrique de Tarek ibn Ziad se trouve à controversant.

IV.CARACTERISTIQUES DU CLIMAT

IV.1.La précipitation

Les station pluviométriques prises en considération pour l'état des précipitation sont au nombre de cinq, les totaux annuels sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 02 : la précipitation total annuel dans les cinq station pluviométrique durent la période de 2005/2012.

Année	Précipitation total annuel (mm)				
	Code 011718	Code 011717	Code 011715	Code 011703	Code 011702
2005	170,8	178,8	165,1	257	190,9
2006	94,9	151,9	103,8	250,5	199,6
2007	192,8	231,3	–	295,2	204,2
2008	180,1	216,6	157,6	452	143,3
2009	194,2	207,2	166	426,6	188,9
2010	167,6	174,1	154,3	434,2	208,8
2011	–	171,5	172		193,6
2012	–			377,7	142,9

Source : ANRH ; 2015

II.4.2-La température :

Les donnes de la température présentée dans le tableau, ci-dessous montre une température annuelle, la température moyenne annuelle 18,063 C° et une température minimale annuelle 7,77 C°, et une température maximale annuelle 29,52 C°, durent l'année (2005/2006).

Tableau 03 : La température de barrage Harreza durant la période de 2005/2006.

2005 – 2006	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Annuel
Moyenne	23,41	20,58	10,78	9,09	7,458	8,179	13,377	17,782	22,794	26,010	29,398	27,900	18,063
Max	37,00	28,60	27,00	16,80	13,60	15,80	27,00	29,00	38,40	41,40	40,60	39,00	29,52
Min	11,40	12,40	-2,00	2,20	0,80	1,80	5,80	8,80	11,00	9,00	20,00	17,80	7,77

Source : ANRH ; 2015

II.4.3.Evapotranspiration :

En admettant une différence de 1000 mm entre l'évaporation et les pluies, pour une valeur moyenne de la surface du plan d'eau égale à 50% de la superficie correspondant au réservoir plein, on peut évaluer l'ordre de grandeur des pertes prévisibles par évaporation :

$$0,5 * 6,3 \cdot 10^6 * 1,00 = 3,15 * 10^6 \text{ m}^3 / \text{an}$$

Ce qui représente environ 10% du total des apports moyens annuels prévus ($7,5\text{Mm}^3 + 23,3\text{Mm}^3 = 30,8\text{Mm}^3$)

Les données de l'évaporation pêchent présentées dans le tableau II.

Pour la période de (2010/2011) : l'évaporation maximale annuelle 50,25 mm et minimale annuelle 5,13 mm

Pour la période de (2013/2014) : l'évaporation maximale annuelle 69,25 mm et minimale annuelle 12,58 mm

Tableau 04 : évaporation du barrage de Harraza pour la période de (2010/2011) et (2013/2014).

2010 -													
2011	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	annue
Max	34,00	39,00	60,00	102,00	13,00	23,00	46,00	24,00	27,00	38,00	67,00	130,00	50,25
Min	1,60	0,60	0,60	0,00	1,00	2,00	1,00	1,00	0,20	13,00	34,00	6,60	5,13
2013 -													
2014	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	annue
Max	74,00	101,00	70,00	13,00	23,00	49,00	87,00	96,00	78,00	105,00	125,00	10,00	69,25
Min	17,00	13,00	0,00	0,00	0,00	1,90	0,00	26,00	18,00	10,00	65,00	0,00	12,58

Source : ANRH ;2015

II.4.5. Le vent :

Les données de vent présentées dans le tableau 10.

Pour la période de (2007/2008) : le vent maximale annuelle 7,67 km²/h et le minimale annuelle 1,005 km²/h.

Pour la période de (2010/2011) : le vent maximale annuelle 8,488 km²/h et le minimale annuelle 0,56 km²/h.

Tableau 05 : le vent de la région de Harreza pour la période de (2007/2008) et (2010/2011).

2007- 2008	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	annu e
Moyenn e	4,38	3,24	2,67	2,21	1,80	0,99	3,01	2,88	2,92	2,68	3,38	3,84	2,84
Max	8,43	7,35	9,57	6,85	8,15	2,37	14,29	10,42	7,06	4,15	5,96	7,30	7,67
Min	1,56	1,38	0,52	0,30	0,23	0,22	0,25	0,65	1,35	1,31	1,97	2,32	1,005
2010 – 2011	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	annu e
Moyenn e	2,43	1,60	3,13	1,58	0,33	2,34	3,08	2,56	2,88	2,93	3,72	3,28	2,488
Max	6,49	7,60	15,79	15,50	1,77	12,92	8,38	8,57	7,83	5,65	6,19	5,50	8,52
Min	0,52	0,27	0,04	0,01	0,03	0,06	0,11	0,66	0,12	0,14	2,18	2,59	0,56

Source : ANRH ; 2015

II.4.6-Humidité :

Les données d'humidités sont mentionnées dans le tableau II, l'humidité maximale annuelle 99,58 %, et le minimale annuelle 12,5 %.

Tableau 06 : Humidité du barrage de Harreza en (%).

2004 – 2005	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Annuelle
Max	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,00	98,00	99,00	100,00	99,58
Min	12,00	7,00	28,00	24,00	21,00	29,00	10,00	17,00	0,00	2,00	0,00	0,00	12,5

Source : ANRH, 2015

V.GEOLOGIE

La géologie du site, montre que, d'une façon générale, le barrage repose :

En rive droite : sur des matériaux résultants de l'altération des schistes ;

En rive gauche : sur des matériaux argilo-détritiques ;

En fond de la vallée : sur des limons argileux ;

En rive droite, la formation est datée de l'Albien (Crétacé moyen). Sous le substratum formé par des schistes très altérés de couleur jaune, des schistes beaucoup plus compacts, de couleur gris sombre, forment la base de la série.

A l'intérieur de ces schistes on trouve des petits niveaux de quartzite et même de gros bancs très plissés et tectonisés.

Dans quelques zones ces terrains sont surmontés par des matériaux détritiques plus récents. Au sommet de la colline du Gramat se trouvent des bancs de quartzite pentes de 10° à 15° vers le Nord-Est. Au pied de la rive apparaissent des galets roulés ainsi que des argiles rouges appartenant au Miocène.

Dans le col, où la digue auxiliaire a été exécutée, la fondation de base des schistes était recouverte d'une couche de matériaux argilo-détritiques.

En rive gauche, sur une pente très douce affleurent des terrains de couleur rouge. La formation appartient au Miocène qui recouvre la couche de l'Albien et constituée de matériaux argilo-détritiques présentant parfois un faciès conglomératique.

Au large de cette rive, un encroutement calcaire masque partiellement le substratum, constitué soit par la série argilo-détritique du Miocène soit par des schistes de l'Albien.

Sur une largeur moyenne de l'ordre de 400 m, le fonde de la vallée est occupé par une terrasse limoneuse récente constituée de limons argileux bruns, reposant soit directement sur le substratum de l'Albien soit sur des alluvions appartenant au Miocène. Sur une partie de la largeur de la vallée cette terrasse domine une couche d'alluvions de l'ordre de 4 m d'épaisseur.

V.1. Géologie de la cuvette

Les conditions géologiques de fondation de l'ouvrage de retenue présentent une hétérogénéité relative, en rive droite, puisqu'un peu de conglomérats du Miocène est trouvé en bordure de la terrasse actuelle.

Les terrains immergés étant de dominance argileuse, la retenue ne devra pas poser de problèmes d'étanchéité.

Les matériaux qui ont été utilisés pour la construction de la digue sont des limons argileux de la base terrasse existant dans la zone de la cuvette sur une bande qui se développe tout au long du lit de l'Oued.

Aussi on disposait de matériaux argilo-détritiques du Miocène pour l'éventuelle protection du parement aval de la digue prévue dans l'avant-projet détaillé.

Ces formations, qui ont déjà été commentées ci-dessus, étaient disponibles sur des zones d'emprunt localisées à proximité du site du barrage, permettent de satisfaire les besoins pour une distance moyenne de l'ordre de 2 km.

V.2.Hydrologie

D'abord, les sondages et les puits de reconnaissance et après les excavations effectuées à droite du site du barrage et dans les zones d'emprunt en amont de la digue ont repéré la nappe phréatique à une profondeur moyenne de l'ordre de 5 m dans la terrasse alluviale

Oued principal : Oued Harreza

Ecoulement moyen annuel : 17098.600 m³

Précipitation moyenne annuelle : 472 mm

Envasement moyen annuel : 120000 tonnes /an

Lithologie dominante : marnes

Erosion spécifique : modérée

Durée envasement du barrage : 99 an

Conclusion :

Ce chapitre a été consacré à la présentation de la zone d'étude du bassin versant de Harreza, situation géographique et délimitation, présentation du barrage de Harreza, aspect générale de la zone d'étude, topographie, hydrologie, apports de oued Harreza, réseau de surveillance, caractéristique du climat, géologie, de la cuvette, hydrologie.

CHAPITRE III

TRAITEMENT DU SCHEMA D'AMENAGEMENT HYDRO AGRICOLE EXISTANT DANS LE BV DE HARREZA

INTRODUCTION

Sur la commune "DJELIDA" la dynamique érosive actuelle représente un obstacle majeur pour la mise en valeur des milieux, conditionnée par de nombreux facteurs défavorables qui contribuent à rendre la zone sensible et fragile. Ces derniers peuvent être résumés comme suit :

- le climat méditerranéen agressif à saisons contrastées :
- Etage bioclimatique : semi-aride à hiver tempéré ;
- Les fortes précipitations ont généralement quand le sol est découvert (Décembre à Mars) ;
- Les vents sont plus ou moins modérés ;
- Présence de siroco pendant les mois de juillet et Août ;
- Le phénomène de gelée blanche est fréquent en hiver avec un risque de gelée printanière.
- Les pentes généralement fortes (supérieures à 20 %) ;
- la dégradation et la disparition du couvert végétal protecteur ;
- la dominance du faciès lithologique facilement érodable et l'absence de techniques
Culturales adaptées.

Les grandes formes majeures de l'érosion sont plus prononcées sur les versants les plus hauts et les plus pentus (pente forte); ses formes sont le ravinement intense, érosion combinée, éboulis, coulées boueuses et les glissements de terrains sont omniprésents.

Les données du schéma d'aménagement actuel existant ont été élaborées durant la période entre 2005 et 2010, elles représentées dans ce qui suit :

CHAPITRE III TRAITEMENT DU SCHEMA D'AMENAGEMENT HYDRO AGRICOLE EXISTANT DANS LE BV DE HARREZA

I. LOCALISATION DU BASSIN VERSANT DE HARREZA

La localisation et la répartition en terre du bassin d'étude sont données par le tableau suivant

Tableau 07 : La localisation du bassin versant de Harreza

Wilaya	Daira	Commun	Nature juridique	Surface (Ha)	%
Ain Defla	Djelida	Djelida	secteur forestier	3043	21,3
		Djamaa cheikh	secteur privé	9268	64,8
			lac du barrage	867	6,1
			divers	1127	7,8

Source : DGF, 2010

II. CARACTERISTIQUE DU BASSIN VERSANT

Tableau 08 : Répartition de la superficie par tranche pluviométrique avec localisation

Tranche pluviométrique	Superficie	Zone ou secteurs de B.V	Répartition partielle des surfaces en %
350	3305 Ha	voisinage du lac	23,1
350 -450 mm	5000 Ha	partie inférieur du B.V	34,9
450 -550 mm	6000 Ha	Partie supérieur du B.V	42
550 -650 mm			

Source : DGF, 2010

II. CLASSES DES PENTES

Tableau 09 : classes des pentes du bassin versant de Harreza

Classes	Superficie (Ha)	Par rapport à la superficie totale En %
0 - 3%	1337	9,3
3 - 12,5 %	3940	27,5
12,5 - 25 %	3835	26,5
25 -45 %	524	36,4

Source : DGF, 2010

II.2. Classes d'érosions

Tableau 10: classes d'érosions du bassin versant de Harreza

Classes	Superficie (Ha)	Répartition partielle des surfaces en %
Erosion faible	6918	48,3
Erosion moyenne	6121	42,7
Erosion forte	1061	7,4
Erosion intence	204	1,6

Source : DGF ,2010

II.3. Occupation actuelle des terres :

Tableau 11 : occupation actuelle des terres dans le bassin versant de Harreza

OCCUPATION	SUPERFICIE (Ha)	Répartition partielle des surfaces en %
Forêts	3215	22,5
Cultures annuelles	8678	60,6
Arboriculture	10	0,07
Parcours	18	0,1
Terres incultes	1189	8,3
Maquis	328	2,3
Autres. lac du barrage	867	6,1

Source : DGF, 2010

II.4. Populations du bassin versant :

- Population totale : 26207 Habitants
- Dont agricole : 930 Individus
- Nombre exploitation agricoles : 48 unités

III. PROGRAMME D'INTERVENTION POUR L'AMENAGEMENT DU BASSIN DE HARREZA

III.1. Occupation projeté des terres :

Tableau 11 : occupation projeté des terres dans le bassin versant de Harreza

Occupation	Superficie (Ha)	Répartition partielle des surfaces en %
Forêts	3215	22,5
Cultures annuelles	8279	57,9
Arboriculture	427	2,9
Parcours	0	0
Reboisement	1517	10,6
Maquis	0	0
Autres. barrage	867	6,1

Source : DGF, 2010

III.2. programmes globaux prévus par le schéma directeur d'aménagement :

Tableau 13 : programmes globaux prévus par le schéma directeur d'aménagement

ACTIONS	surface (Ha)
Boisement terrain densité	1517
Repeuplement de densité	810
Banquettes sur champs	977
Arboriculture	365

Source : DGF, Djelida, 2010

**IV. TECHNIQUES REPRESENTANT LE SCHEMA D'AMENAGEMENT HYDRO
AGRICOLE EXISTANT DANS LE BASSIN DE HARREZA :**

IV.1. pratiques agricoles



Photo 02 : Exemple 01 de pratique agricole (localisation : Douar Ahlle el Oued, commune de Djelida du BV de Harreza (cliché : LACHMI, HADI ; 2015)



Photo 03 : Exemple 02 de pratique agricole (type arbre : Olivier) Localisation : Douar Boualouche commune de Djelida du BV de Harreza, (cliché : LACHMI, HADI ; 2015).

V.1.1 Condition d'application :

Le succès de l'application de bonnes pratiques agricoles est conditionné par la qualité de l'appui technique offert aux producteurs et du degré de leur sensibilisation face aux problèmes d'érosion.

IV.1.2. Spécifications techniques :

L'amélioration des pratiques agricoles peut nécessiter une modification partielle ou radicale des systèmes de production. Par exemple, il peut s'agir d'appliquer une fertilisation équilibrée adaptée au sol et à la plante, d'utiliser un calendrier cultural tenant compte de l'agressivité des pluies, d'employer des techniques et matériels aux conditions de montage (graines sélectionnées, produits phytosanitaires et machinerie appropriée). La liste suivante présente diverses pratiques agricoles qui contribuent à lutter contre l'érosion :

- Travail du sol amélioré : un travail minimum et grossier détruit les mauvaises herbes, ameublisse le sol, maintient la porosité, augmente l'infiltration.
- Labour perpendiculaire à la pente et double dérayure : les sillons ouverts en courbes de niveau sur les pentes, après un labour, constituent autant d'obstacles au ruissellement et favorisent l'infiltration. En général, deux (2) paires de dérayures sont espacées à 30 m environ sur pente inférieure à 10% et à 20 m sur pente variant de 10 à 20 %.
- Mise en valeur des résidus de cultures : le maintien des résidus de cultures en surface contribue à diviser, ralentir et étaler le ruissellement pendant la période où le sol est nu. Si le sol est labouré, les résidus augmentent la matière organique du sol, ce qui améliore l'infiltration de l'eau de même que les propriétés physiques du sol (structure, etc.).
- Jachères améliorées : plusieurs variantes existent en Algérie, jachères nue, travaillée, pâturée ou non, de courte durée. La jachère, dans la pensée paysanne, est utilisée pour le repos du sol, favoriser la rétention de l'humidité et la minéralisation de la matière organique.
- Engrais vert (plantes annuelles, des légumineuses surtout) : par son couvert végétal, il freine la formation d'une croûte de battance lors des précipitations. Il a aussi un impact sur l'érosion du fait de ses racines qui aèrent le sol et assurent l'ancrage de celui-ci. Enfouir vert suite à un labour, la décomposition de la masse végétale améliore la stabilité structurale et la fertilité du sol. Cette pratique n'est possible que lorsque la pluviométrie est au moins de 600 mm
- Restitution en prairies permanentes : sur certains sols très dégradés, il est souhaitable d'établir un engazonnement permanent pour les protéger de l'érosion. Dans ce cas

particulier, cette pratique permet une nette augmentation de N, P et Mg ainsi que la prolifération de la flore et la faune du sol végétalisé.

- Meilleure utilisation de la fertilisation : la plupart des sols algériens sont dégradés et leur productivité est très faible (10 à 7 qx /ha/an de céréales). Leur niveau de teneur en matières organiques est bas et les carences en azote et améliorer la fertilité et la teneur en matière organique des sols.
- Implantation de la rotation : la pratique de la rotation doit être appliquée sur toutes les terres dégradées avec un assolement comprenant des plantes légumineuses. Des essais sur le médicago bisannuel (sativa) dans la rotation hivernale avec le blé, a donné satisfaction en production jusqu'à 34qx / ha de fourrage de haute qualité. Ce genre de pratique pourrait servir à la résorption de la jachère.
- Utilisation de cultures intercalaires : celles-ci étaient pratiquées jadis dans les vignes / les vergers. Les rendements obtenus sur parcelles expérimentales sont encourageants. On observe aucune baisse de rendement de la culture fruitière qui ne développe son feuillage que tardivement. Les revenus peuvent donc être ainsi augmentés.
- Pratique des cultures en bandes : deux (2) cultures différentes peuvent être alternées sur des bandes successives en courbes de niveau sur un même champ. Cette pratique vise à cumuler l'effet de la rotation des cultures et celui de la protection contre l'érosion en maintenant en place une culture pendant que l'autre est enlevée. Cette pratique est possible sur des pentes sans rupture (inférieure à 10 %) et si la longueur du champ est supérieure à 50 m.

IV.1.3. Etudes et travaux préparatoires :

Prospection de terrain pour caractériser les sols agricoles soumis à différentes formes de dégradation et enquête auprès des paysans pour estimer leurs connaissances sur les pratiques agricoles.

IV.1.4. Principales étapes des travaux

Les pratiques culturales doivent s'intégrer dans le calendrier cultural de l'exploitation :

- Le travail du sol (grossier et superficiel) et la lutte contre les adventices (déchaumage, binage) permettent d'ameublir et d'accroître l'infiltrabilité du sol.
- Les passages des engins lourds (pneumatiques) doivent être restreints pour limiter au minimum le comptage du sol.

- La fertilisation doit non seulement apporter les éléments manquants aux cultures mais aussi corriger les sols carencés, surtout en azote, phosphore et oligo-éléments, d'où l'importance de la rotation qui permet d'alterner les cultures et d'exploiter la fertilité du sol de manières complémentaire pour une culture par rapport aux autres.

Le choix des dispositifs antiérosifs à mettre en place sur les champs et les techniques correspondantes.

IV.2 .Plantation d'opuntia :



Photo 04 : technique de l'opuntia, Localisation : dans la région de djemaa Oueled Chikh et Ain Defla du BV de Harreza, (cliché : LACHMI, HADI ; 2015).

IV.2.1. Conditions d'application :

- Les plants doivent être plantée en formations denses et en suivent les courbes de niveau.

Les climats et les sols humides sont à éviter car l'espèce est sensible à la pourriture.

IV.2.2. Spécifications techniques :

- L'opuntia est propagé par voie végétative, plus précisément par bouture de raquettes (cladodes). En général, les raquettes sont préalablement séchées pendant environ 2 semaines afin de réduire les risques de pourriture.

- Une densité de plantation de 1 200 à 2 000 raquettes (cladodes) à l'hectare est recommandée en zone aride et semi-aride (150 à 400 mm/an), alors qu'une densité de 3 200 à 5 000 raquettes à l'hectare est retenue lorsque la pluviométrie est supérieure à 400 mm/an.

IV.2.3. Etudes et travaux préparatoires :

Compte tenu de faible exigence de l'opuntia en fertilité des sols, les études préparatoires peuvent être concentrées sur les aspects sociaux relatifs à la sélection des sites, l'entretien et la gestion des plantations. Malgré tout, une attention spéciale doit être portée sur l'évaluation des conditions climatiques, de même que sur l'hydromorphie du sol, car l'opuntia est sensible à la pourriture et aux périodes de froides inférieures à -5°

IV.2.4. Principales étapes des travaux:

La première étape consiste à préparer les trous de plantation : 10-20 cm de profondeur et de 50 cm de diamètre. De plus, le sol doit être épierré le plus complètement possible afin de favoriser le développement du système racinaire. Une cuvette peut être confectionnée en amont du plant afin d'augmenter les réserves en eau. La plantation est effectuée vers la fin du printemps, et l'espacement entre les trous varie de 1*2 m à 3*3 m, selon que la pluviométrie annuelle moyenne est supérieure à 400 mm, ou qu'elle s'approche de 150 mm. La partie basale des raquettes est plantée en diagonale afin d'accroître la surface de contact avec le sol.

IV.3. Reboisement



Photo 05: technique de reboisements (arbre reboisés : Pondalak) dans la forêt de Beni Zoug Zoug, lieu-dit el Ouladj commun de Djelida dans le BV de Harreza, (cliché : LACHMI, HADI ; 2015).

IV.3.1. Conditions d'applications :

- Le choix des espèces et des sites à reboiser doit reposer sur une analyse judicieuse des conditions édaphiques, écologiques et sociales. Une telle précaution est d'autant plus importante que les sols à reboiser sont pauvres, dégradés (badlands ou roubines) et en forte pente.
- Il faut éviter le reboisement sur croutes calcaires, la généralisation d'une espèce unique (ex : pin d'Alep), l'introduction d'espèces inadaptée écologiquement, l'utilisation d'espèces refusées par les paysans, la réduction de la biodiversité, etc.
- Le DGF a développé une solide expérience sur la sélection des espèces en fonction du milieu. Des initiatives ont été également lancées par des forestiers pour inventorier les plantes à usage aromatique, cosmétique et médicinal, afin de les intégrer dans le processus de prise de décision.

IV.3.2. Spécifications techniques :

- La prise en compte des caractéristiques climatiques et édaphiques est déterminante pour assurer la survie des espèces reboisées, sur le plan climatique, ce sont les valeurs de pluviosité (p) et de température annuelle (T) qui servent habituellement de guide décisionnel pour les programmes de reboisement. Ces paramètres peuvent être gérés de façon séparée, ou être incorporés sous la forme de l'indice de Martonne ou du quotient pluviaux-thermique d'Emberger. C'est toutefois, le quotient d'Emberger qui s'avère le mieux adapté aux conditions méditerranéennes.
- L'indice de Martonne est calculé de façon suivante : $I_m = P/(T+10)$, où P représente la pluviosité annuelle moyenne l'aridité du climat. Un milieu sera d'autant plus aride que son indice sera faible.
- Le quotient pluviaux-thermique d'Emberger s'exprime ainsi : $Q = 100 P / (T_{max}^2 - T_{min}^2)$. T_{max} correspond à la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud alors que T_{min} correspond à la moyenne des températures minimales du mois le plus froid. La valeur du quotient d'Emberger est d'autant plus élevée que le climat sera pluvieux et froid. Ainsi, si le quotient d'Emberger est supérieur à 100, le climat sera considéré « humide », alors que les valeurs entre 50 et 100 correspondent à un climat subhumide (tempéré méditerranéen). Les valeurs entre 25 et 50 correspondent à un climat semi-aride et, finalement, celles inférieures à 25 définiront un climat dit aride.

- Un routage du sol est habituellement requis sur les sols à affleurements rocheux (dalle de calcaire). Le routage doit atteindre environ 0,80m, tout en évitant de renverser les horizons inférieurs.
- Le matériel végétatif consiste habituellement en des plants en conteneur (godet, tubes de polyéthylène, etc.) des plants à racines nues, ou en boutures. Exceptionnellement, les sites peuvent être ensemencés par graines distribuées à la volée ou déposées dans des trous percés par le sylviculteur (semis direct.)
- En général, les jeunes arbres doivent être plantés en quinconce et en suivant les courbes de niveau. Pour les reboisements normaux, les plants sont espacés de 2,5 m pour les résineux en zones de protection. Cet espacement donne une densité de 1 848 tiges à l'hectare en quinconce et 1 600 tiges à l'hectare en carré. Pour les plantations à des fins de production sur terre fertile, l'espacement est accru à 4m (soit 722 tiges à l'hectare en quinconce et 625 en carré). La distance entre les plants est mesurée à l'horizontale.
- La dimension des pontets de plantation est de 40*40*40 centimètres, en autant que la profondeur du sol soit suffisante. La plantation en plein doit être appliquée sur les terres érodées ou abruptes. Malgré le caractère systématique de l'espacement entre les plants, des ajustements ponctuels s'imposent pour éviter de planter dans le talweg des ravines.
- Lorsque le site est jugé trop fragile pour subir une préparation complète, la plantation doit être réalisée par bande. Dans ce cas, l'aménagement prend la forme de bandes travaillées et non travaillées qui alternent en suivant les courbes de niveau. Les bandes non travaillées serviront de protection aux jeunes plants. Pour les bandes travaillées, la végétation est éliminée et le sol ameubli.
- Pour la protection des lits d'oued, l'espacement entre les plants doit être réduit. De plus les espèces ripisylves (exigeantes en eau) et en sols profonds doivent être préférées.
- Pour la fixation des talus de routes, la création de haies vives ou de rideaux brise-vent, il est recommandé de confectionner des cuvettes ou des croissants autour du plant afin d'emmagasinier les eaux pluviales. Cet aspect est abordé plus en détails dans les fiches techniques traitant de ces plantations de type linéaire.

IV.3.3. Etudes et travaux préparatoires :

- Prospection des parcelles et analyse des conditions climatiques et édaphiques en regard des exigences des espèces à reboiser.
- Enquête socio-économique auprès des paysans afin d'identifier les espèces les mieux acceptées parmi celles écologiquement adaptées au territoire.
- Levés topographiques et cadastre des surfaces à reboiser.

IV.3.4. Principales étapes des travaux :

- Commencer l'ouverture des potes après la disparition de la végétation en été. Les plantations en régions littorales à climat doux sont réalisées en automne. Dès la fin des pluies généralisées, mais avant les froids. Les plantations à l'intérieur du pays sont réalisées au début du printemps, dès la fin des grands froids.
- Obtention des semis à partir de pépinières régionales dont les conditions climatiques sont semblables à celle de la zone à reboiser (incluant un contrôle de l'origine des semences).
- Transport des plants vers les sites à reboiser lorsque les conditions climatiques sont clémentes. Stockage dans une jauge près du chantier.
- Préparation du terrain : défoncement (sous-solage ou routage selon le cas) dans certaines conditions.
- Plantation le plus tôt possible après la réception des plants. L'espacement suivra les normes définies par l'ingénieur forestier. Le sachet de polyéthylène doit être enlevé avant de mettre le plant en terre. Mettre le collet du plant au niveau de la surface du sol. Compacter la terre autour du plant avec les pieds. Arroser les plants si la terre est sèche.
- Mise en défens (contre les animaux) et surveillance active des zones reboisées.

IV.4. Plantation fruitière



Photo 06: technique de plantation fruitière (type d'arbre : Amondier) dans la région de sidi Belgacem commun de djemaa Ouled Cheikh wilaya d'Ain Defla du BV de Harreza, (cliché : LACHMI, HADI ; 2015).

4.4.1. Conditions d'applications :

- Il est opportun de développer des cultures pérennes dans toutes les zones de montagne et les régions du piémont où les conditions agrologiques s'y prêtent. Malgré les revenus conséquents qu'elle procure, l'arboriculture (arbres fruitiers/vignes) demeure malheureusement marginale. Elle se pratique souvent sur des sols pauvres.
- Le choix des espèces repose sur la demande du marché et sur les conditions naturelles favorables. Généralement, les critères clés du choix sont : disponibilité en eau, résistance de la porte greffe à l'asphyxie, importance du gel et de la grêle, calcaire actif et sel dans le sol.
- Le développement de l'arboriculture dépend également en grande partie des connaissances du paysan en matière arboricole (plantation, greffage, sélection, tailles, amendements, traitements phytosanitaires, etc.).
-

IV.4.2. Spécifications techniques :

- En général, les arbres doivent être plantés en suivant les courbes de niveau.
- La dimension des protêts de plantation est de 40*40*40 cm, voire même 80*80*80 cm, en autant que la profondeur du sol soit suffisante.
- L'espace moyen est d'environ 5 m, quoique la distance exacte dépende de l'espèce fruitière.
- Lorsque les plants sont petits, il y a lieu de les protéger contre les rongeurs (lièvres, lapins, etc.)
- La mise en place de brise-vent est indiquée afin de protéger les plants contre les vents forts.
- Les principales espèces fruitières aptes à être génées en culture sèche sur pente sont données ci-après :
 - Abricotier (*prunus Armeniaca*).
 - Amandier *prunus amygdales* (syn. *Amygdales communise*), louz en arabe).
 - Caroubier (*ceratonia siliqua* ; *kherrouba* en arabe).
 - Cerisier (*prunus avium*).
 - Châtaignier (*castanes sativa*).
 - Figuier (*figus carica*).
 - Grenadier (*punica granatum*).
 - Noyer (*juglans regia*).
 - Olivier (*olea europea* ; *zitoun* en arabe, espèce considérée aussi comme culture « oléagineuse ») ; pistachier vrai (*pistacia vera*).
 - Poirier (*pyrus communs*).
 - Pommier (*malus domestica*).
 - Prunier européen (*prunus japonica* ; syn.p.*salicina*, syn.p.*triflora*).
- Compte tenu de ses particularités dans la lutte antiérosive, l'opuntia ou figuier de barbarie (*opuntia ficus-indica*) est traité séparément.

IV.4.3. Etudes et travaux préparatoires :

- Des études climatiques et édaphiques seront réalisées en vue de la création de vergers et champs de vigne, suivies d'une enquête socio-économique auprès des paysans.

- Un repérage des lignes de niveau sera effectué pour localiser les lignes de même altitude (courbes de niveau) et des lignes de plus grande pente afin de délimiter les secteurs à aménager, matérialiser sur le terrain les différents points des aménagements, etc.).
- Si nécessaire, il y a lieu d'identifier des structures anti-érosives d'accompagnement : végétalisation, haies vives, cordons de pierres, banquettes, etc.

IV.4.4. Principales étapes des travaux :

- Installation de brise vent.
- Préparation du sol : défoncement ou sous-solage (0,8 à 0,9 m) selon le cas.
- Plan de la plantation (traçage des courbes de niveau et marquage de trous de plantation).
- Ouverture des protêts (40*40*40 cm, ou même 80*8*80 cm).
- Fertilisation : apport de fumier de fond (200 à 500 unités fertilisants/ha) ou 400 à 1 000 kg de super triple, et 500 à 1 000 unités /ha (ou 1 à 2 tonnes) de sulfate de potasse. Ces quantités sont données à titre indicatif. Seule une analyse de sol précisera les éléments nécessaires ainsi que les doses à appliquer. Cette approche évitera le surdosage néfaste à l'environnement. En Algérie, les sols sont généralement riches en potassium. Si disponible en abondance, appliquer un amendement organique (fumiers) à volonté : 30 à 40 t /ha.
- Transport des plants : éviter l'exposition au soleil et au vent, et maintenir les racines dans un état humide.
- Plantation selon l'espacement défini pour l'espèce fruitière. Pour une densité de 200 plants /ha et moins, il est possible de pratiquer des cultures intercalaires entre les arbres. Les plants enlevés de la pépinière sont immédiatement plantés après habillage (pas toujours nécessaire). Autour du plant, la terre est ensuite tassée avec les pieds et enfin arrosée. Auparavant, on doit s'assurer que le point de greffe est bien situé au-dessus du futur niveau du sol. En terrain sec, un premier arrosage (50 l / plant) est nécessaire avec la confection de cm de diamètre autour du plant. Le scion est ensuite arrêté à 0,6 ou 0,9 m au-dessus du sol.
- Les arbres fruitiers peuvent être plantés en plein ou le long des structures de stabilisation des sols, tels les cordons de pierre et banquettes. La création de cuvettes en amont des arbres favorisera la survie et le développement des plants : longueur de 3 à 4 mètres. Placer la terre de déblai en aval afin de retenir le plus d'eau possible.
- Période des travaux : amendement après la disparition des cultures, ouverture des protêts, plantation en automne après les premières pluies.

IV.5. Les seuils :

Les seuils existant dans le schéma d'aménagement du bassin de Harreza sont en gabions et en grillage métallique.



Photo 07 : technique des seuils en gabions, Localisation : douar Tafechna commun de Djelida du BV de Harreza, (cliché : LACHMI, HADI ; 2015).



Photo 08 : technique des seuils en grillage métallique, Localisation : sidi Messaoud commun de Djelida du BV de Harreza, (cliché : LACHMI, HADI ; 2015)

IV.5.1. Conditions d'applications :

- Le seuil en gabions peut s'installer sur des pentes faibles jusqu'à des conditions sub-verticales. La hauteur des ouvrages en gabions ne doit pas dépasser 3 m en partie centrale pour des raisons de stabilité et de cout. Les gabions sont inadapés dans le cas de torrents soumis à des phénomènes de transports solides très violents ou trop fréquents car ils nécessiteront un entretien fréquent. Dans certaines conditions, les gabions peuvent être renforcés par des contreforts installés en aval de l'ouvrage. Il est déconseillé d'utiliser des gabions si le P^H de l'eau de ruissellement est inférieur à 5 ou encore si la résistivité spécifique du sol est inférieure à 20 w-m car les mailles du gabion vont se corroder rapidement. Le seuil en gabions, est largement répandu en Algérie. Leur efficacité dépend avant tout de la qualité et de la taille des pierres.
- Le seuil en grillage métallique est souple et résiste bien aux poussées de l'atterrissement. Son installation sur le terrain est parfois complexe surtout dans les endroits difficiles d'accès. Ce type de seuil est particulièrement recommandé dans les régions dépourvues de pierres de qualité.

IV.5.2. Spécifications techniques:

- Le principe de base du phasage des travaux est de démarrer l'aménagement à l'aval à partir d'un point stable (pente faible fondation rocheuse) ou d'un premier ouvrage particulièrement conçu pour résister à l'affouillement puis on remonte progressivement vers l'amont à l'aide d'autres ouvrages.
- L'emplacement des seuils est déterminé de manière à placer le premier pied du seuil supérieur à niveau inférieur à celui de l'atterrissement résultant des dépôts de matériaux derrière l'ouvrage aval. Ce dernier niveau est calculé à partir de la hauteur des ouvrages, de la distance les séparant et de la pente du terrain. Il existe plusieurs formules de calcul en fonction des paramètres du milieu et des caractéristiques des seuils. La distance entre les peut être calculée sur la base de la formule suivante : $X = y / S$

Ou : X= distance entre les seuils(m) Y= hauteur de la ravine(m) S= pente du versant (m/m)

- Pour les petites ravines (<2m de hauteur en partie centrale), un seuil en gabion à la base de la ravine avec en amont des techniques de seuils plus légères telles des seuils grillagés ou des seuils en métal déployé peuvent être utilisées. Pour les ravines moyennes (2-3m de hauteur en partie centrale). Elles peuvent être traitées par un

ensemble de seuils en gabions ou le têt d'un seuil doit être aligné avec le pied du seuil en amont.

- Le moment idéal pour réaliser les travaux est par temps sec. Il y a lieu d'éviter les moments de pluies.

Le **seuil en grillage métallique** est constitué d'un métal grillagé soutenu par des jambes de forces alignées. Celles-ci sont reliées par des haubans en fil de fer galvanisé à des piquets d'encrage. Ils ne doivent pas excéder 1 m de hauteur. Il est préférable que l'ouvrage soit rectiligne et les jambes de force enfoncées verticalement dans le sol

IV.5.3. Etudes et travaux préparatoires :

- Diagnostic du milieu : régime, torrencialité, compétence, roches taillées par le ravinement sources d'approvisionnement et taille des matériaux, dimensions de la ravine et superficie de l'impluvium évacué, zones affouillables, formes érosives apparentes (sapement, glissements, érosion régressive, recul des têtes, zones de dépôt), niveau de base, pentes d'équilibre des talus et creusement des méandres, nature et taille de la végétation, passages du bétail...
- Etude topographique pour mesurer les dénivelées et les longueurs des Chabat à aménager, nécessaire à l'implantation future des ouvrages.
- Etude socioéconomique permettant d'apprécier la réaction des riverains vis-à-vis des ouvrages (consentement, intérêt, savoir-faire, refus) et la planification des travaux (disponibilités locales des intrants, organisation du chantier, faisabilité, etc.). le choix des méthodes et du matériel biologique impose un diagnostic du milieu pour analyser les différentes contraintes.

4.5.4. Principales étapes des travaux :

a. Seuil en gabions

- Creusage de la fondation (dimension selon la grandeur du gabion à installer en plus d'une largeur suffisante pour circuler autour de l'ouvrage lors de la construction).
- Epanchage sur l'assise d'un filtre granulaire¹ (facultatif) ou d'une membrane de géotextile² (facultatif)-cette membrane assure que les particules fines ne soient pas lessivées par translocation.
- Dépliage des paquets de gabions sur l'axe de l'assise et assemblage des paniers selon les recommandations du manufacturier.
- Placement des pierres dans les paniers, fermeture du panier lorsque rempli.

- Empilement d'un panier vide sur un panier rempli et attachement des deux paniers ensemble, les gabions de la seconde couche sont placés de façon à croiser ceux de la première (un déversoir peut s'avérer utile). Travaux de finissage : comblement des trous autour du seuil et remblaiement simultané derrière la structure, plantation et enherbement des abords des ouvrages, etc.

b. Seuil en grillage métallique

- Fouilles : ouverture d'une plate-forme transversale de 0,5 m de large, et de même longueur que la partie centrale du seuil. Cette plate-forme est destinée à recevoir la bande de grillage formant le bas volet.
- Ouverture de part et d'autre de cette plate-forme, une fouille en rigole de 30 cm de profondeur au moins, la plus étroite que possible, destinée à assurer l'encastrement des ailes du seuil dans les berges.
- Mise en place des jambes de force : espacées de 0,75m au maximum, elles doivent être légèrement inclinées vers l'amont (fruit de 10%). Dans la partie centrale du seuil, elles maintiennent en place (en passant au travers) la bande de grillage formant le bas-volet. Les jambes sont enfoncées à la masse, sur au moins 0,50 m.
- Mise en place du grillage : les feuilles sont découpées en tenant compte des dimensions de la ravine. D'abord, la partie centrale ensuite, les portions latérales formant la cuvette. Les feuilles sont maintenues en place par quelques ligatures de fils de fer. Le recouvrement entre les différentes feuilles aura au minimum 0,10 m de largeur ; il doit obligatoirement s'appuyer sur une jambe de force.
- Mise en place des piquets d'ancrage et des haubans : on établit en amont de l'ouvrage, à une distance égale à environ 1,5fois sa hauteur sous cuvette, une plate-forme où seront implantés les piquets d'ancrage fixant les haubans à raison de un piquet pour deux ou trois jambes. Les taquets sont assez fortement inclinés vers l'amont (fruit 30 à 50%). Le fil de fer est passé derrière un taquet d'agence, l'autre extrémité est amarrée à environ 30 cm de la base de la jambe de force.
- Finitions : les jambes de force doivent obligatoirement être arasées au niveau du sommet des feuilles de grillage, afin de ne pas les exposer aux chocs de corps transportés par l'eau. On procédera ensuite à un atterrissement artificiel

CHAPITRE IV

**PROPOSITION
DU SCHEMA
D'AMENAGEMENT
HYDRO AGRICOLE
FINAL DANS
LE BV DE HARREZA**

CHAPITRE IV PROPOSITION DU SCHEMA D'AMENAGEMENT HYDRO AGRICOLE FINALE DANS LE BV DE HARREZA

INTRODUCTION

Afin de compléter le schéma d'aménagement hydro-agricole existant dans le BV de Harreza, une proposition des techniques de protection sera présentée dans ce chapitre et ceci afin de protéger les zones qui ne sont pas aménagées, ces techniques sont au nombre de trois, elles sont localisées en amont du bassin de Harreza.

Protection des berges :



Photo 09 : Exemple 01 de technique proposée protection des berges, Localisation : Sidi Abbas commune de Djelida du BV de Harreza, (cliché : LACHMI, HADI ; 2015).



Photo10: Exemple 02 de technique proposé protection des berges, Localisation : Douar el koidria commune de Djelida du BV de Harreza, (cliché : LACHMI, HADI ; 2015).

I.1.Conditions d'applications

- Les digues non submersibles consistent à appliquer contre le talus un revêtement in affouillable et rigide. Elles peuvent être réalisées quand il est impossible de mettre des épis, aussi bien quand le lit de l'oued est étroit que lorsque le lit majeur est très large.
- Lorsque la rive est submersible et que le remblai risque d'être dégradé, il est souhaitable de nervurer ces ouvrages du côté contigu à la rive afin de renforcer la stabilité.
- Dans le cas des épis, il faut rechercher un écoulement non troublé dans les alvéoles de façon à obtenir une bonne sédimentation. Ceci entraîne nécessité de rendre les épis insubmersibles sur la plus grande longueur possible à partir de la rive. Si la rive doit rester submersible, l'épi doit rester orienté vers l'amont sur toute sa longueur de façon à contrôler le flot dans l'axe du lit.

CHAPITRE IV PROPOSITION DU SCHEMA D'AMENAGEMENT HYDRO AGRICOLE FINALE DANS LE BV DE HARREZA

I.2. Spécifications techniques :

I.1.1. Digues longitudinales non submersibles et submersibles

Pour une hauteur de berge inférieure à 4 m, le revêtement de talus peut être réalisé par l'emploi de gabions. Les gabions cages sont disposés en gradin longitudinalement sur des gabions semelles placés perpendiculairement à la berge. Les gabions peuvent tout en assurant la protection du talus, joues un rôle de soutènement les gabions semelles, par leur déformabilité épousent le terrain d'assise à tout moment et, en cas d'affouillement du lit, permettent d'assurer à l'ouvrage sa tenue malgré un certain affaissement possible.

Pour une hauteur de berge supérieure à 4 m.

- Il possible de construire à sec ; les protections peuvent être réalisées exclusivement en gabions.
- Dans le cas où le niveau des basses eaux ne permet pas la mise en place d'étages inférieurs de gabions, il est possible de combiner l'utilisation d'enrochement.
- Lorsque l'instabilité des talus des rives est due à une tendance systématique au creusement excessif, il est préférable d'associer un épi noyé au revêtement des berges pour donner à celui-ci de bonnes conditions de stabilité.
- Lorsque le lit de l'oued est assez large, il est possible de calibrer l'oued par une digue longitudinale et d'enherber le lit majeur ou de le reboiser pour reconstituer les rives.

I.1.2. Epis

Les épis sont réalisés en général en gabion et sont doublement utiles pour le calibrage d'oued et la fixation de la berge. Ils sont composés de cinq (5) parties :

- Le tenon d'ancrage en rive qui varie de 3 à 5 m selon la hauteur et la nature de la rive.
- Le contre épi varie de 1/5 au 1/6 de la longueur totale de l'épi. Dans la section amont d'une poche latérale d'érosion, le tracé de la rive forme avec le contre épi un angle de 90° environ afin de favoriser un bon ancrage de rive.
- L'épi proprement dit, entre les niveaux d'eau d'étiage et de crue ordinaire, la crête de l'épi est profilée à une pente de l'ordre de 20 à 25%.
- L'épi de rejet est facultatif, il permet d'amorcer la rive que l'on veut reconstituer. Il est orienté vers l'aval et est perpendiculaire à l'épi. Vue en hauteur, les gabions disposés

CHAPITRE IV PROPOSITION DU SCHEMA D'AMENAGEMENT HYDRO AGRICOLE FINALE DANS LE BV DE HARREZA

normalement au corps de l'épi présentent une légère inclusion de part et d'autre de l'axe longitudinal.

- Le tapis farfouille prévient les écoulements périphériques par un dispositif farfouille largement débordant pour toute la partie submersible de l'épi.

Le nombre d'épis à mettre en place dépend de l'importance du tronçon du cours d'eau à aménager. L'espacement entre les épis est un piège à sédiments surtout si l'épi de rejet existe et peut être exploité pour une agriculture d'autosubsistance si une population riveraine existe, sinon être simplement reboisé. Il peut y avoir des épis submersibles ou noyé et dans ce cas, il faut y associer des digues longitudinales.

Une bonne sédimentation exige un écartement entre les épis d'une distance qui est de l'ordre de la moyenne de la longueur des 2 épis successifs. Lorsque l'érosion est agressive, il faut construire des épis qu'on allonge vers l'axe du lit au fur et à mesure que la sédimentation progresse ; la règle de l'écart donné ci-dessus conduit alors à allonger un épi sur deux, puis un épi sur quatre. Souvent, la constitution des berges est associée à une fixation du lit. La création de seuils supplémentaires disposés en travers du cours d'eau provoque un ralentissement des vitesses, un colmatage du lit à l'amont et une réduction du débit.

I.3. Etudes et travaux préparatoires :

La réalisation des digues de protection et des épis nécessite la connaissance du terrain (études topographiques) d'une part et les caractéristiques morphométriques et hydraulique (niveau d'eau, vitesse, section mouillée, etc.) du cours d'eau d'autre part. Une étude des crues est importante. L'ingénieur chargé de la réalisation doit inspecter les lieux et choisir les endroits les plus vulnérables à l'érosion, là où l'oued longe les voies de communication, les hameaux de maisons.

I.4. Principales étapes des travaux :

- Les travaux se font en période d'étiage.
- Le repérage topographique des sites.
- Il faut amasser tous les matériaux de construction pour commencer la réalisation.
- Le transport des matériaux de construction (terre, pierre sèche, tout venant, cage métallique, etc.).
- Les travaux de terrassement (déblai, remblai, compactage).
- Les travaux de terrassement d'ancrage.

I. Les murettes :



Photo 11 : technique proposé les murettes, Localisation : région de taghlissia sur route communale, le chef-lieu de la commune de Djelida, wilaya d'Ain Defla du BV de Harreza, (cliché : LACHMI, HADI ; 2015).

II.1. Condition d'application :

- La mise en terrasses horizontales n'est concevable que pour des sols perméables à taux d'infiltration élevé.

. Cette technique est applicable pour des régions où prédominent les petites exploitations agricoles.

. Dans des zones humides, la longueur des versant ne devrait pas dépasser 100 m. elle peut toutefois être très supérieur dans de grandes exploitations en zones arides.

. Lorsque la pente du terrain est douce ($<12\%$), il est nettement préférable d'utiliser la technique des cordons de pierres.

CHAPITRE IV PROPOSITION DU SCHEMA D'AMENAGEMENT HYDRO AGRICOLE FINALE DANS LE BV DE HARREZA

.L'aménagement de terrasses ne se justifie que lorsque les terrains normaux de mise en culture manquent cruellement, car le prix de revient d'un aménagement de terrasses est relativement élevé.

II.2.Spécification techniques :

La largeur des terrasses et la hauteur des murettes varient en fonction de la pente. Une fois fixée la distance verticale (disons $D_v = 1$ m), ou utilise celle-ci sur toutes les pentes (S) jusqu'à une valeur de 12%.l'équation suivante sert à déterminer la distance horizontale (Dh) ou écartement des murettes en fonction de la pente :

$$D_h = (D_v / S) * 100$$

La section des murettes (murs) est trapézoïdale : la base étant plus large que le sommet.la hauteur de la murette (H) est la moitié de D_v (donc $H = 50$ cm). La largeur de la murette est de 1 à 1,5 m à la base (A) en fonction de la pente, se réduisant à 50 cm au sommet (B).les pentes latérales sont de 0,5/1. La section transversale d'une murette (C) peut être calculée approximativement à l'aide de la formule ordinaire du trapèze comme suit :

$$C = [(A+B)/2] * H$$

.Les murettes doivent être ancrées dans le sol. L'ancrage doit être profond et s'appuyer sur la terre stable.

.Les murettes supportent des poussées dues au poids des pierres d'une part et à la pression de l'eau et des dépôts accumulées contre sa face amont d'autre part.

.Il faut absolument éviter les risques de déchaussement. Celui-ci se produit lorsque la terre située à la base de la murette est emportée soit par l'érosion, soit par les labours pratique sur la terrasse inférieure en rongant la terre petit à petit. Le déchaussement entraîne des effondrements qui mettent en périls toute la terrasse supérieure qui risque ainsi d'être détruite.

.Si les murettes sont construites en matériaux imperméables (béton, briques ou pierres taillées), il y a lieu de prévoir des drains traversant la murette. Sans cela, la pression de l'eau accumulée devant le mur risque de le renverser.

.Dans le cas de terrasses intégrales, c'est-à-dire de terrasse dont le terrain est parfaitement plat et horizontal, la murette doit être construite sous le niveau qu'on veut attribuer à la terrasse inférieure.

CHAPITRE IV PROPOSITION DU SCHEMA D'AMENAGEMENT HYDRO AGRICOLE FINALE DANS LE BV DE HARREZA

.La distance entre deux murettes est aussi fonction du volume de terre à déblayer (D) et à remblayer (R). Ces deux volumes doivent être identiques.

.Si la pente générale du versant est très forte, la surface des terrasses devra être la plus plane que possible. Si celle-ci est plus faible, la surface de la terrasse peut être disposée en pente légère, à condition de conduire les eaux de ruissellement vers des exutoires adéquats.

II.3. Etude et travaux préparatoires :

Il est essentiel d'entreprendre une étude du milieu avant la mise en place du réseau de terrasses. Celui-ci est fonction à la fois des conditions du milieu (précipitation, sol, substrat, pente, etc.) et de l'environnement humain (densité de population, élevage, etc.).

Il y a lieu de réaliser une enquête pour informer et sensibiliser les paysans intéressés, retenir une conception d'aménagement recevant un haut degré d'acceptation, estimer le revenu avant et après aménagement, et choisir les passages les moins contraignant pour la libre circulation des personnes, des animaux et des équipements.

Un relevé topographique sera réalisé pour repérer les lignes de même altitude (courbe de niveau) et des lignes de plus grande pente afin de délimiter les secteurs à aménager, matérialiser sur le terrain les différents points des aménagements (murette, voies, d'accès, etc.).

Dans la plupart des cas, un remembrement des parcelles est requis et requiert un travail de coordination de différents spécialistes. Ce remembrement prendra en compte les caractéristiques propres à chaque impact d'aménagement : terrains privés, terrains de l'état, passages des voies de circulation, chemins du bétail, exutoire, etc.

II.4. Principales étapes des travaux :

.Avant de réaliser les déblais et remblais, il y a lieu de racler et mettre en réserve la terre de surface car elle est généralement la plus fertile.

.établir une fondation horizontale solide et construire la murette par couches successives de pierres.

.Vérifier au moyen d'un appareil de topométrie (niveau) que le sommet de la murette suit la courbe de niveau.

CHAPITRE IV PROPOSITION DU SCHEMA D'AMENAGEMENT HYDRO AGRICOLE FINALE DANS LE BV DE HARREZA

.La murette devra être renforcée aux endroits où elle traverse une dépression ou une petite ravine.

.Le travail du sol (ou le labour) entre deux murettes devra se faire de manière à réduire progressivement l'inclinaison de la pente.

III. Les banquettes :



Photo 12 : technique proposé les banquettes, Localisation : foret de Beni Zoug Zoug commune de djamaa Ouled Chiekh du BV de Harreza, (cliché : LACHMI, HADI ; 2015).

III.1. Condition d'application :

.Les banquettes peuvent donner de très bons résultats pour lutter contre l'érosion des sols.

Toutefois, des études préparatoires (pente, type de sol) doivent être réalisées adéquatement afin de bien sélectionner les sites d'aménagement. Après travaux, les banquettes requièrent un entretien régulier et permanent. En Algérie, les banquettes aménagées ont été étudiées à postériori. 25% d'entre elles ont démontré leur utilité sur le long terme.

.Les banquettes sont à proscrire sur les terrains argileux (marne, schistes) favorables aux glissements et sur les terrains très sableux fragiles susceptibles à la dégradation.

.Sur forte pente (>35%) : à exclure sur les sols caillouteux peu épais (à faible stock d'eau) et sur les sols argileux peu perméables (risque d'engorgement).

CHAPITRE IV PROPOSITION DU SCHEMA D'AMENAGEMENT HYDRO AGRICOLE FINALE DANS LE BV DE HARREZA

.En zone humide : elles ne sont recommandables que sur les sols profonds à bonne réserve hydrique. Sur les terrains à pente allant de 12 à 25%, les banquettes de diversion peuvent être appliquées dans les secteurs à faible densité de population. Sur les pentes supérieures à 25%, il est préférable d'opter pour les gradins manuels.

.En zone semi-aride : les banquettes de diversion sont à éviter, la préférence est accordée aux banquettes d'infiltration sur les sols battants et pentus où on doit recourir à d'autres techniques de protection (micro barrage semi-perméable, bourrelet dissipateur de ruissellement, etc.).

III.2.Spécifications techniques :

On distingue au moins trois formes de banquettes : profil déversé vers l'amont (en V), profil normal à fond plat (en U) et profil amorti ou de plantation (en courbe). Le traçage d'un réseau de banquettes peut s'effectuer à différents niveaux du versant : en commençant à partir des points d'aboutissement des banquettes à l'exutoire ou à partir de la limite de partage des eaux, ou encore au point de départ des courbes séparant deux ravines. L'essentiel est de parvenir à un réseau de banquettes cohérent. L'espacement (L) entre les banquettes est fonction de la pente, de la dénivelée et de la distance horizontale.

La construction de banquettes offre plusieurs avantages mais présente également quelques inconvénients :

Les avantages :

.Travail du sol selon les courbes de niveau.

.Infiltration nettement améliorée (supplément en eau de 50 à 80 mm/an) au niveau du secteur plat de la banquette. Il est donc permis de développer une intensification agricole localisée à ce niveau.

Une banquette bien entretenue évolue au bout de 15 à 18 ans en terrasse progressive de plus en plus stable.

Les inconvénients :

.Cout élevé, entretien onéreux.

.Stérilisation du sol par décapage sur une bande entre 5 et 7 mètres de large.

CHAPITRE IV PROPOSITION DU SCHEMA D'AMENAGEMENT HYDRO AGRICOLE FINALE DANS LE BV DE HARREZA

.Perte de 10 à 15% de superficie agricole utile (SAU).

.Entrave à la libre circulation des personnes et des animaux.

III.3. Etude et travaux préparatoires :

Il est essentiel d'entreprendre une étude du milieu avant la mise en place du réseau de banquettes. Le choix du type de banquettes dépend à la fois des conditions du milieu (précipitation, sol, substrat, pente, etc.).

Il y a lieu de réaliser une enquête pour sélectionner les paysans intéressés, retenir le ou les types de banquettes avec le plus haut degré d'acceptation, choisir les passages les moins contraignants pour la libre circulation des personnes, des animaux et des équipements.

Un relevé topographique sera réalisé pour délimiter les secteurs à aménager, matérialiser sur le terrain les différents points des aménagements (banquette : fossé, talus, bourrelet, inter-banquette, voies d'accès, talwegs, etc.).

Dans la plupart des cas, un remembrement des parcelles est requis et requiert un travail de coordination de différents spécialistes. Ce remembrement prendra en compte les caractéristiques propres à chaque impact d'aménagement : terrains privés, terrain de l'état, concessions agricoles, passages des voies de circulation, chemins du bétail, exutoire, etc.

III.4. Principales étapes des travaux :

.Traçage des courbes de niveau et matérialisation des différents points du réseau de banquettes.

.Ouverture du réseau de banquettes et confection de ses différents éléments (fossé, bourrelet et talus) en veillant à respecter les pentes d'équilibre. Le métrage dépend des dimensions de chaque type de banquette. Ce travail doit être précédé par l'ouverture des chemins d'exploitation.

.Pour les banquettes d'infiltration, le plat (fond) de la banquettes doit être ameubli pour faciliter l'infiltration. Cette opération peut être effectuée manuellement ou mécaniquement (sous-soleuse, etc.).

.Enherbement du talus pour stabiliser le versant et cicatriser son profil.

.Plantation sur le talus d'espèces fruitière (surtout chez le paysan privé) ou forestière, arrosage.

CHAPITRE IV PROPOSITION DU SCHEMA D'AMENAGEMENT HYDRO AGRICOLE FINALE DANS LE BV DE HARREZA

.Pavage de la base du bourrelet avec des petits cailloux matérialisant à limite supérieur de l'inter-banquette, arrosage.

.Cultures sur le plat de la banquette (sur les terrains privés essentiellement)

.Débuter la matérialisation des points du réseau au printemps/en été après le départ des principales cultures des champs. Effectuer l'enherbement/plantation d'arbre en automne dès les premières pluies.

IV. Les mauvais terrains (Bad Land)

Cependant, toutes les zones érodées ne peuvent pas être aménagées, il s'agit surtout des zones à forte érosion ou à érosion excessive, où aucune pratique ne peut être appliquée, un exemple de ces zones est donné par la photo suivante :



Photo 13 : zone à forte érosion, aucune pratique ne peut être appliquée dans le BV de Harreza, (cliché : LACHMI, HADI ; 2015).

CONCLUSION

GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Après l'enquête menée dans la zone d'étude et les sorties scientifiques sur terrain dans le bassin versant de Harreza dans la wilaya d'Ain Defla, nous avons remarqué à premières vues que le bassin est érodé et la dégradation des sols est élevée surtout dans l'amont du bassin puisque la pente et la vitesse d'écoulement sont importantes, les techniques d'aménagement hydro agricoles appliquées actuellement sont diversifiées, on trouve les pratiques agricoles telles que le blé et l'olivier, les labours perpendiculaires à la pente et double dérayure, on trouve également les plantations fruitières tel que l'amandier, le reboisement dans les forêts de Beni Zoug Zoug , les seuils en gabion et en grillage métallique ainsi que les plantations d'opuntia dans les zones sèche et érodé et ainsi que les zones nues.

Ces techniques appliquées dans l'aménagement du bassin versant de Harreza ne couvrent pas toute la superficie du bassin, des zone érodées et non aménagées existent, elles ont fait l'objet du quatrième chapitre qui propose l'emploi d'autres techniques ou celles existantes pour leur protection. Notre proposition à mener sur :

- La zone de Sidi abas et douer el koidria commun de Djelida où nous avons proposé la protection des berges ;
- La zone el Hatmia Djemaa Ouled Chiekh où nous avons l'aménagement des haies vives ;
- La région de Taghlissia sur la route communale, le chef-lieu du commun de Djelida où nous avons proposé la construction des murettes ;
- La forêt de Bani Zoug Zoug commun de djemaa Ouled Chiekh où nous avons proposé la technique des banquettes.

Ces techniques proposées viennent compléter le schéma d'aménagement hydro agricole du bassin versant de Harreza existant et la lutte contre l'érosion et l'envasement de sa cuvette.

REFERENCE

LISTE DES REFERENCES

- ABDELLI M. & ZEGGANE M., 2007**- les barrages en Algérie, problématique et enjeu de l'envasement. Journal de l'expression, pp7.
- A N B T., 1985**- Document interne du barrage de harreza, 13 p.
- A N R H., 2015**-Donnes climatiques et pluviométriques (khemis Miliana).
- ANONYME, 2005** – Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (P.D.A.U) de la commune de Maghnia W. Tlemcen, Horizon 2025. Troisième phase : rapport d'orientation et règlement (document final provisoire soumis à enquête publique).
- BERRAYAH M., 2006** – Analyse de la dynamique des systèmes et approche d'aménagement intégré en zones de montagnes cas des monts de Trara (Wilaya de Tlemcen). Thèse Magist. Sci. Univ. Tlemcen, 177 pages
- BOUDJADJA A., 1998** - Procède. Communications. Estimation empirique et expérimental du transport solide dans la région ouest du côtier algérois. 2^{ème} Journées Scient. ET Tech. Du Génie Rural ; U. de Blida
- D G F., 2010**- Document interne de la direction générale des fortes de la commun de Djelida, 08 p.
- FAO, 1983** - Rapport de la Consultation technique sur la régulation de l'effort de pêche (mortalité par pêche). Réunion préparatoire à la Conférence mondiale de la FAO sur l'aménagement et le développement des pêches. Rome, 17-26 janvier 1983. FAO Rapp. Pêches, (289): 36 p. Publiées aussi en anglais et espagnol.
- GOSELIN B. et al., 1986** - La dégradation des sols agricoles. In Bulletin technique, N° 13 pp15-18.
- HARKAT S,ARABI M et TALEB S,2011**-le journal de l'eau et de l'envirennement N°19,20 p.
- JOSEPH F.R., 2003** - Diagnostic de la dégradation du bassin versant de la rivière de Fonds-Verrettes en vue de son aménagement. Mémoire de fin d'études agronomiques, UEH/FAMV, Damien, Haïti, 49p.
- LAHLOU A., 1995** - Etude actualisée de l'envasement des barrages au Maroc. Revue des sciences de l'eau, n° 6, pp. 337-356.
- PREVIL C., 1993** - Elaboration d'un cadre référentiel pour l'aménagement d'un espace régional en Haïti : L'arrondissement de Miragoâne ». Thèse de Maîtrise, GREATAM, Québec, 179 p.
- REMINI B., 1999** - Envasement des barrages dans le Maghreb. Bull. Int. De l'Eau et de l'envi. 22, 4 - 8.
- REMINI B., 2000** - L'envasement des barrages: quelques exemples algériens. Maître de conférences Université de BLIDA Algérie

-ROOSE E, 1994 - Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). Service des sols - ressources, aménagement et conservation. Division de la mise en valeur des terres et des eaux. In bulletin pédologique de la FAO-70, Rome, 420 p.

-ROOSE E., ARABI M., BRAHAMIA K., CHEBBANI R., MAZOUR M., MORSLI B., 1993 - Erosion en nappe et ruissellement en montagne méditerranéenne algérienne. Cah. Orstom, sér. Pédol., 28 (2) :289-308.

-SAIDI A., 1991- Erosion spécifique et prévision de l'envasement des barrages. Actes du colloque sur l'érosion des sols et l'envasement des barrages. Alger 1-3 décembre. pp.204-226

-Site d'internet:Hmf.enseeiht.fr/travaux/CD0809/bei/beiere/groupe5/node/372

ULYSSE B., 2008 - Contribution à l'élaboration d'un plan d'aménagement du bassin versant de la rivière Coupe à l'Inde. Université d'Etat d'Haïti, Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV) – Ing. Agronome, pp 42.

-ULYSSE S., 2001 - Etude-Diagnostic des bassins versant Laplace et Simonette (Commune Dessalines). Mémoire de fin d'étude agronomique, FAMV, Damien, Haïti, 54.