

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

Université de Djilali Bounaama de Khemis-Miliana

Faculté: Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre

Département : Sciences de la Terre



Spécialité: Gestion de Resource en Eau et Environnement

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master

**L'étude de protection contre l'érosion du bassin du barrage
Koudiet Rosfa de la Wilaya de Tissemsilt**

Présentations Par :

- Zouaoui Oum Elkheire
- Adda benziane Yakout

Jury

Président	: Mme. HALLOUZ Faiza	MCB	UDBKM
Promoteur	: Mr. HENNIA Kaddour	MAA	UDBKM
Examineur	: Mr. ZEDDAM Miloud	MAA	UDBKM
Examineur	: Mr. BOUCEFIANE Abdelkader	MAA	UDBKM

Année universitaire: 2016-2017

Liste des abréviations

ANBT: Agence Nationale des Barrages et des Transferts

APD: Etude d'avant-projet détaillé

FAO: Food and Agriculture Organization

SAU: Surface Agricole Utile

AEP : Alimentation en Eau Potable

Remerciements

« Ne demandez pas ce que votre pays peut faire pour vous, mais plutôt ce que vous pouvez faire pour votre pays. » (John Fitzgerald Kennedy)

Je ne sais comment ce travail serait fait si ce n'était la présence et le soutien de plusieurs personnes que je dois remercier.

Pour commencer, ma reconnaissance va directement à (aux) :

- Mr Hennia, notre encadreur, pour tous ses efforts, ses conseils, sa disponibilité et sa grande contribution à l'élaboration de ce travail.
- Membres de jury qui ont accepté de juger mon travail.
- Tout le Personnel de l'A.N.B.T.
- Tous les membres de Station du barrage Koudiet Rosfa

Je tiens également à remercier :

- Melle RAHMOUNI AICHA pour ses conseils et ses orientations.
- Mr TOUBAL pour leur soutien et l'aide.
- Tout le Personnel de la C.F.C de Chlef.

Enfin, je saisis cette même occasion pour remercier tous mes amis et toutes les personnes ayant contribué, de près ou de loin, à l'élaboration de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à

** À mes très chers parents.*

** À mes chers frères et sœurs.*

** À ma belle famille*

** À toute ma famille*

** À mon binôme (s)*

** Tous mes chères amis (es)*

Yakout

.....

Je dédie ce modeste travail, à mes très chers parents qui m'ont

soutenu(e) tout au long de mes études

À mes chères sœurs

À mon cher frère

À toute ma famille.

À mes très chers et proches amis (es)

À mes copains

À toute personne qui me connait

Oumel kheire

Résumé :

Le barrage de Koudiet Rosfa est situé dans la wilaya de Tissemsilt Nord d'Algérie. Son but est d'assurer les besoins en eau des communes de la wilaya en eau potable, et l'irrigation des terres agricoles.

Le bassin versant de ce barrage est soumis à l'érosion suite à la morphologie, la structure de sol, et le manque de couverture végétale. Dans notre travail on a étudié les différentes lutttes de protection ce bassin contre l'érosion pour la protection du barrage contre l'envasement.

En fin, après toutes les études nous avons proposées quelques systèmes pour réduire ce phénomène : Reboisement, correction torrentiel, les seuils (gabionnage, sac en plastique, pneu usée, seuil métalliques) des banquettes, les murettes.

Mot clé : Érosion, barrage, Koudiet Rosfa, anti-érosion, Tissemsilt.

ملخص

يقع سد كدية الرصفة في ولاية تيسمسيلت شمال الجزائر، هدفه ضمان احتياجات الماء الشروب لبلديات الولاية ولسقي الاراضي الزراعية.

الحوض المائي لهذا السد معرض للحت المائي بحسب مرفولوجيا المكان، بنية التربة و نقص الغطاء النباتي.

في هذا العمل قمنا بدراسة مختلف الطرق لحماية الحوض ضد الحت المائي ومن اجل حماية السد أيضا ضد التوحد.

في النهاية، وبعد كل الدراسات، قمنا باقتراح بعض الطرق من اجل التقليل من هذه الظاهرة: التشجير، تصحيح المجاري المائية، العتبات (اكياس بلاستيكية، عجلات مستعملة، عتبات معدنية)، سياج حجري، جداريات.

كلمات مفتاحية :

انجراف، سد، كدية الرصفة، الحوض المائي، مكافحة الحت المائي.

Abstract:

The Weir of Koudiet Rosfa is located in the Wilaya of Tissemsilt in the North Algeria his role is to insured needs on potable water to the communes Wilaya and the irrigation of farming lands.

The watershed of the weir is submitted to erosion following the kind of geomorphology, the soil structure, and the lack of vegetation cover.

In our work we have studied deferents struggles to protect this basin against erosion in the perhaps of protection the weir against the dredge .Finally and after all this study we suggested some methods reliable and adequate.

Reforestation, torrential correction, bench, metal threshold, use tire.

Key words:

Erosion, weir, Koudiet Rosfa, watershed, anti erosive.

Liste des figures

Figure 01 : Erosion hydrique en rigole	P 05
Figure 02 : Erosion hydrique de type linéaire	P 05
Figure 03 : Vue sur des billons.....	P 10
Figure 04 : DRS en pente sur bassin versant	P 12
Figure 05 : Situation de bassin versant de Koudiet Rosfa.....	P 14
Figure 06 : La carte des reliefs	P 15
Figure 07 : La carte des pentes.....	P 16
Figure 08 : Réseau hydrographique.....	P 17
Figure 09 : Carte de la pluviométrie.....	P 18
Figure 10 : Diagramme des températures moyennes mensuelles	P19
Figure 11 : Carte de végétation.....	P 20
Figure 12 : Carte géologique	P 21
Figure 13 : Carte typologie de sol	P 25
Figure 14 : Setuation du barrage Koudiet Rosfa	P 29
Figure 15 : Digue de barrage Koudiet Rosfa.....	P 30
Figure 16 : Galerie d'injection de barrage Koudiet Rosfa.....	P 31
Figure 17 : Evacuateur de crues.....	P 32
Figure18: Risque d'érosion selon la texture des sols.....	P 37
Figure19 : Risque d'érosion selon la profondeur.....	P 37
Figure 20: Risque d'érosion selon la profondeur et la texture des sols.....	P 38
Figure 21 : Risque d'érosion selon la pente du terrain et la largeur des oueds	P 39
Figure 22 : Pluviométrie et érosivité de la pluie dans le bassin de Koudiet Rosfa	P 40
Figure 23. Perte de Sol selon le modelé RUSLE.....	P 40
Figure 24: Plantation d'opuntia(1).....	P 41
Figure25 : Plantation d'opuntia(2)(Algérie)	P 41
Figure26 : Reboisement (Algérie).....	P 42
Figure27 : Plantation fruitière (Algérie).....	P 43
Figure28 : Vignoble récent constitué de banquettes étroites (France).....	P 44
Figure29 : Cordons de pierres (Burkina Faso).....	P 44

Figure30 : Vue de murettes successives (Équateur).....	P 45
Figure31 : Banquettes (Algérie).....	P 46
Figure32 : Seuil en gabions (Algérie).....	P 46
Figure33 : Seuil en grillage métallique (Algérie).....	P 47
Figure34 : Seuil en pneus usés (Algérie).....	P 47
Figure35 : Seuil en sacs de plastique (Algérie).....	P 48
Figure36 : Seuil en gabions (Algérie).....	P 48
Figure37 : Seuil en pneus(1) (Arabi et al, 2003).....	P 49
Figure38 : Seuil en pneus(2)(Arabi et al, 2003).....	P 49
Figure39 : Seuil en sacs de plastique (Algérie).....	P 50
Figure 40 : Drain (Algérie).....	P 50
Figure41 : Chute (Algérie).....	P 51
Figure42 : Coursier (Algérie).....	P 51
Figure43 : Digue non submersible (Algérie).....	P 51
Figure44 : Digue submersible (Algérie).....	P 52
Figure45 : Épi (Algérie).....	P 52
Figure46 : Seuils de correction torrentielle.....	P 53
Figure47 : Retenue collinaire.....	P 54
Figure48 : Protection des abords d'une route par un fossé et des murs de gabions (Algérie).....	P 55
Figure49 : Les travaux d'aménagement Antiérosif dans le bassin versant du barrage de Koudiet Rosfa.....	P 56

LISTE DES TABLEAUX

Les tableaux	page
Tableau 1 : Formes d'érosion hydrique (Roose ,1994)	P 05
Tableau 2 : Superficie par classes des pentes en (ha).....	P 15
Tableau 3 : La pluviométrie entre 2005 et 2016.....	P 19
Tableau 4 :Résistance à l'érosion des formations géologiques.....	P 22
Tableau5 : Répartition des unités de sols dans le bassin versant de Koudiet Rosfa...	P 23
Tableau 6 : Evolution de la population de la commune de Beni Chaïb.....	P 26
Tableau 7 : Production végétale	P 27
Tableau8 : Cheptel.....	P 28
Tableau9 : Les caractéristiques de bassin versant au site de barrage de Koudiat Rosfa.....	P 29
Tableau 10 : Les caractéristiques de la digue.....	P 30
Tableau 11 : Les Caractéristiques de Galerie d'injection.....	P 31
Tableau 12 : Les caractéristiques d'évacuateur de crues.....	P 32
Tableau 13 : Tunnel de dérivation de barrage de Koudiat Rosfa.....	P 33
Tableau 14 : Les caractéristiques de Tour de prise d'eau.....	P 33
Tableau 15 : Les caractéristiques de galerie de fond.....	P 34
Tableau 16 : Les caractéristiques de conduite de prise d'eau.....	P 34
Tableau 17 : Les caractéristiques de conduite d'eau potable.....	P 34
Tableau 18 : Risque d'érosion selon la texture des sols.....	P 36
Tableau 19 : Risque d'érosion selon la texture des sols et leur profondeur.....	P 38
Tableau 20 : Risque d'érosion selon la topographie des sols.....	P 39

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Liste des abréviations

Liste de figures

Liste des tableaux

Sommaire

Introduction générale

Chapitre I : Aperçu Bibliographique

I.1.Introduction	02
I.2.Erosion.....	02
I.3. Généralités	02
I .4. Définition.....	02
I.5. Erosion hydrique	03
I.6.Types d'érosion hydrique des sols.....	03
I .6.1.Erosion en nappe.....	03
I.6.2. Erosion de type « rill-interrill » (rigole-interrigol).....	03
I.6.3. Erosion par ruissellement concentré.....	04
I.6.4. Erosion par affouillement régressif.....	04
I.7. principaux agents de l'érosion hydrique.....	05
I.7.1. Intensité et agressivité des précipitations	05
I.7.2.ruissellement.....	05
I.7.3. L'infiltration	05
I.7.4. Détention superficielle et rugosité du sol.....	06
I.7.5. Pente et longueur de pente.....	06

I.7.6. couvert végétal.....	07
I.8. dommages causés par l'érosion.....	07
I.8.1. diminution du potentiel agronomique.....	07
I.8. 2. Inondation et coulées de boue	07
I.8. 2.A. coulées de boue.....	07
I.8. 2.B. L'augmentation de l'intensité des crues des rivières	07
I.8. 3. Dégradation des milieux naturels.....	07
I.8. 3.a. impacts sur les cours d'eau.....	07
I.8. 3.b. impacts sur les marais.....	08
I.9. évolutions historiques des stratégies de la conservation des eaux et du sol.....	08
I.9. 1. Stratégie traditionnelles de lutte antiérosive.....	08
I.9.1 .A/ culture itinérante sur brûlis	09
I.9.1 .B/ terrasses en gradins et les terrasses méditerranéennes sur murettes en Pierres	10
I.9.1.C/ billon, les cultures associées et l'agroforesterie.....	11
I.9.1.D / alignement de pierre et les murettes combinés à l'entretien de la fertilité Par la fumure organique	10
I.9.2. stratégie moderne d'équipement hydraulique.....	10
I.9.2. a. restauration des terrains en montagne (RTM)	10
I.9.2.b. conservation de l'eau et des sols (CES)	10
I.9.2. c. défense et restauration des sols (DRS)	10
I.9.2. d. gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des Sols(GCES).....	11

Chapitre II : Zone d'étude

II .1. Introduction.....	13
II.2. Situation du bassin versant.....	13
II .3.Cadre Hydrographique	14
II.3.1. Relief	14
II.3.2. Pentess.....	15
II.3.3. L'Hydrographie de bassin versant	16
II.3.4.Hydrologie.....	17
II.3.4.1.Paramètrdu bassin versant de KoudietRosfa	17
II.4. <i>Climat</i>	18
II.5. Pluviométrie.....	18
II.6. Température.....	19
II .7.Végétation.....	20
II.8.Cadre Géologique.....	20
II.8.1.Géologie du bassin versant d'oued Fodda	20
II.8.1.1.Quaternaire.....	20
II.8.1.2. Miocène.....	20
II.8.1.2 .1.Miocène Inférieur.....	20
II.8.1.3. Oligocène.....	20
II.8.1.4. Eocène.....	21
II.8.1.5. Crétacé.....	21
II.8.1.6. Jurassique.....	21
II.8.1.7. Trias.....	21
II.8.2.Pedologie	23

II.8.3. Cartographie des sol.....	23
II.8.4. Type de sol.....	23
II.8.4.1. sol peu évolués.....	23
II.8.4.2. vertisol.....	24
II.8.4.3. sol calcimagnésiques.....	24
II.8.4.4. sol isohumiques.....	24
II.8.5. Typologie de sol.....	25
II.8.6. Relation sols et géomorphologie.....	25
II.9. Cadre socioculturel.....	26
II.9.1. Population.....	26
II.9.2. Situation économique.....	26
II.9.2.1. Agriculture.....	26
II.9.2.2. cultures maraîchères.....	27
II.9.2.3. Arboriculture.....	27
II.9.2.4. L'élevage	27
II.10. Barrage.....	28
II .10.1. Historique du projet	28
II .10.2. Généralités.....	28
II .10.3. L'objectif du barrage <i>KoudietRosfa</i>	29
II .10.4. Digue.....	30
II .10.5. Galerie d'injection.....	31
II .10.6. Evacuateur de crues.....	31
II .10.6. Tunnel de dérivation.....	32
II .10.7. Tour de prise d'eau.....	33
II .10.8. Galerie de vidange de fond.....	33
II .10.9. Conduite de prise d'eau.....	34

II .10.10.Conduite d'eau potable.....	34
Conclusion.....	34

Chapitre III: Méthode de lutte contre l'érosion

III .1.Introduction	36
III .2. Evaluation des risques d'érosion selon le modèle RUSLE.....	36
III.2.1 Modèle RUSLE.....	36
III.2.2.Carte de vulnérabilité d'érosion des sols.....	36
III .3 .Nature des sols.....	37
3 .1 .Texture des sols.....	37
3.2. Profondeur des sols.....	38
3.3. Risque de saturation et d'érodabilité des sols.....	38
3.4. Relief.....	39
3.5. Pluviométrie.....	40
III.4. perte de sol selon la méthode RESUL	41
III.5.Proposition des méthodes antiérosives.....	41
5.1. Plantation D'OPUNTIA (figuier de Barbarie).....	41
5.2. Reboisement.....	42
5.3. Plantation fruitière.....	44
5.4. Cordons de pierres.....	46
5.5. Murettes.....	46
5.6. Banquette.....	46
5.7. Seuil.....	47
5.8. Seuil en pneus usés.....	49
5.9. Seuil en sac de plastique.....	50
5.10. Drain et exutoires.....	51

5.11. Protection des berges.....	52
5.11.1. Digue longitudinales non submersibles et submersibles, les épis.....	52
III.5.12. Seuil de correction torrentielle.....	54
5.13. Retenues collinaires.....	54
5.14. Protection des abords routiers.....	55
III.5.15. travaux d'aménagement Antiérosif dans le bassin versant du barrage de Koudiet Rosfa.....	57

6. Conclusion générale

Annexe

Annexe n° 01

Introduction

Introduction

L'érosion est très active dans les montagnes du Nord Ouest Algérien, Les conditions naturelles de l'Algérie (climat, relief, sol et couverture végétale) associées à une société rurale bien particulière qui a toujours su mettre en œuvre des formes de gestion communautaires ont contribué au développement et au perfectionnement de techniques de gestion et de conservation de l'eau et des terres qui ont servi de support à la survie d'une population souvent trop nombreuse par rapport aux ressources disponibles (**Mazour, 1992**).

L'érosion hydrique en zones montagneuses, écosystèmes fragilisés par les épisodes de sécheresse et par l'activité anthropique, est un phénomène aux conséquences désastreuses pour les milieux en raison des nuisances qui lui sont associées. À l'amont du bassin, elle entraîne une baisse de la production agricole, une forte diminution des revenus des populations concernées et l'accroissement de l'exode rural. À l'aval, on assiste à une diminution de la capacité de stockage des barrages par envasement.

Dans ces conditions, l'érosion est reconnue pour avoir des effets néfastes sur l'environnement, par la perte conséquente tant en sol qu'en matière organique. L'action érosive la plus visible est le ravinement qui emporte entièrement de grandes quantités de terre arable et rend le travail des champs très difficile.

Des mouvements en masses de terres érodées forment des coulées boueuses sur les versants et viennent polluer les points d'eau dans les vallées. Le transport par les cours d'eau, des sédiments provenant de l'érosion, provoque un colmatage très rapide des retenues de barrages. D'où la nécessité accrue de prendre les mesures nécessaires pour ralentir ce phénomène et pour assurer une gestion rationnelle des ressources en sols et en eau.

Depuis les années 60, les pays du sud de la Méditerranée ont initié une politique volontariste d'aménagement et de conservation des sols. Ainsi, plusieurs techniques anti-érosives ont été introduites et vulgarisées sur les terres en pente. Certaines reprenant des pratiques traditionnelles en les améliorant, d'autres s'inspirant de technologies développées en Europe ou aux Etats-Unis.

L'objectif étant de faire face aux problèmes de l'érosion et de la raréfaction de l'eau. Au fur et à mesure de la mise en place d'aménagements antiérosifs sur de grandes surfaces, des interrogations sur leur efficacité et leur durabilité ont émergé. Un important effort de recherche a été développé pour évaluer l'efficacité et les impacts environnementaux de ces aménagements.

Notre travail de mémoire s'inscrit dans cette démarche. Il consiste à étudier le fonctionnement hydrologique. Elle a pour ambition de contribuer à l'évaluation de l'efficacité de l'aménagement de ces sites vulnérables.

Les principaux objectifs de l'approche expérimentale peuvent être énoncés comme suit :

- ✓ Comprendre le fonctionnement global de l'aménagement;
- ✓ Déterminer les facteurs contrôlant son impact;
- ✓ Déterminer des paramètres utiles à la modélisation proposée.

Le premier chapitre présente une revue bibliographique des différents concepts de l'érosion.

Le deuxième chapitre présente l'approche expérimentale de notre étude; présente le milieu de l'étude et ces caractéristiques : le bassin versant dans son ensemble, le site expérimental et son équipement.

Le troisième chapitre définit les démarches méthodologiques et récapitule les observations faites durant les périodes d'étude. Une synthèse des principaux résultats fournis par le dispositif expérimental et les observations effectuées.

Chapitre I :
Aperçu
bibliographique

I.1.Introduction:

Les précipitations et le ruissellement de l'eau sur les terres agricoles peuvent être à l'origine d'une érosion hydrique des sols, incluant éventuellement le déplacement des particules érodées jusqu'aux cours d'eau. Ce processus peut avoir des conséquences écologiques et financières significatives. La formation de rigoles et de ravines, ainsi que les coulées et les inondations boueuses peuvent en effet entraîner des dégâts importants.

I.2.L'érosion

I.3.Généralités

Les études récentes sur la vulnérabilité au changement climatique dans la région méditerranéenne indiquent une tendance à un accroissement à l'aridité qui accélère l'érosion hydrique (**Shabban, 1998**).

L'érosion des sols par la pluie et le ruissellement est un phénomène largement répandu dans les différents pays de la méditerranée. Il continue à prendre des proportions considérables en particulier sur les pentes à cause de la torrencialité des pluies, de la forte vulnérabilité des terrains (roches tendre ; sols fragiles ; pentes raides et couvert végétal souvent dégradé) et de l'impact défavorable des activités agricoles, selon la FAO (**1990**), la situation continue à se dégrader ; En Tunisie 45% de la superficie totale est menacée par l'érosion hydrique (**Chevalier, 1995 ; Boussama, 1996**), au Maroc 40% (**Celik, 1996**) et en Algérie 45% des zones telliennes sont touchées, soit 12 millions d'hectares (**Chebbani, 1999**).

I.4.Définition

Érosion vient de "*ERODERE*", verbe latin qui signifie "ronger". D'où l'interprétation pessimiste de certains auteurs qui décrivent l'érosion comme une lèpre qui ronge la terre jusqu'à ne laisser qu'un squelette blanchi: les montagnes calcaires qui entourent la Méditerranée illustrent bien ce processus de décharnement des montagnes dès lors qu'on les défriche et que l'on brûle leur maigre végétation. En réalité, c'est un processus naturel qui certes, abaisse toutes les montagnes (d'où le terme de "dénudation rate", vitesse d'abaissement du sol des géographes anglophones) mais en même temps, l'érosion engraisse les vallées, forme les riches plaines qui nourrissent une bonne partie de l'humanité. Il n'est donc pas

forcément souhaitable d'arrêter toute érosion, mais de la réduire à un niveau acceptable tolérable.

C'est aussi l'ensemble des actions chimiques et organiques qui aboutit à la destruction des roches et au nivellement progressif du terrain plus simplement; l'érosion est l'usure de la partie superficielle de l'écorce terrestre, l'eau et le vent sont les principaux agents naturels. **(Greco, 1966).**

L'érosion est un phénomène naturel qui affecte l'ensemble de la couverture terrestre géopédologique et c'est l'un des facteurs important de formation et l'évolution des milieux naturels **(Dutil, 1984).**

I.5.Erosion hydrique

L'élément déclencheur de ce type d'érosion est la pluie, qui provoque le détachement des particules élémentaires du sol, est un phénomène largement répandu et dont les conséquences peuvent entraîner des pertes de terre irréversibles et une diminution des capacités de stockage des barrages.

Ce phénomène devient encore plus grave si l'on sait que 85% des surfaces cultivables, sont situées dans les zones les plus sensibles à l'érosion en Algérie **(Chibanni, et al.1999).**

I.6.Types d'érosion hydrique des sols

I .6.1.Érosion en nappe

Abaisse progressivement toute la surface du sol soumise à l'énergie cinétique des gouttes de pluie ; la battance réorganise la structure de la surface du sol, désagrège les mottes et forme des organisations pelliculaires superficielles très peu perméables.

I.6.2.Erosion de type « rill-interrill » (rigole-interrigol)

Ce type d'érosion se caractérise par la juxtaposition à faible distance de rigoles à peu près parallèles, de dimension modeste, mais très nombreuses si on se rapporte à l'unité de surface. Le détachement de matière solide est assuré à la fois par le ruissellement, au niveau des rigoles, et par les gouttes de pluie au niveau des inters rigoles d'où les particules détachées sont facilement exportées en raison de la densité du réseau d'évacuation **(Young et Wiersma ,1973. In Bioffin et Monnier, 1991).**

I.6.3.Érosion par ruissellement concentré

Celle-ci se manifeste par l'existence d'incisions profondes et larges mais très espacées et localisées de façon systématique dans des chenaux de collecte du ruissellement d'origine topographique, ou agraire.

I.6.4.Érosion par affouillement régressif

Qui Correspond à de profondes entailles apparaissant au niveau du franchissement d'un talus par des écoulements plus ou moins concentrés. Creusée et déblayée par la chute d'eau, l'excavation régresse vers l'amont par effondrement progressif des parois.



Fig1. Érosion hydrique en rigole



Fig2. Érosion hydrique de type linéaire

Tableau 1.Formes d'érosion hydrique (Roose ,1994)

Appellation des lignes d'écoulement (d'après Roose.1994)	
Profondeur	Appellation
Quelques centimètres	Griffes
>10 cm	Rigoles
10 à 20 cm quelques mètres de large	Nappe Ravinante
>50 cm	Ravines

Tout comme l'érosion en nappe, il existe une méthode pour mesurer l'érosion linéaire. Cette méthode est basée sur la méthode des volumes (**Ludwig, 1992**).

I.7. Principaux agents de l'érosion hydrique

I.7.1. Intensité et agressivité des précipitations

La désagrégation de la structure et le détachement des particules sous l'impact des gouttes de pluie résultent du "travail" exercé par les gouttes à la surface du sol. Il est donc lié à l'énergie cinétique des gouttes.

L'évaluation de l'énergie cinétique des gouttes reste un bon critère d'évaluation de l'agressivité des pluies. Il existe d'ailleurs une relation empirique reliant l'intensité d'une pluie et son énergie cinétique (**Remy, et al. 1998**).

I.7.2. Ruissellement

Le ruissellement apparaît dès que l'intensité d'une pluie devient supérieure à la vitesse d'infiltration du sol. Il est nettement plus élevé sur sol nu que sous cultures. Les plus faibles ruissellements proviennent des pluies tombantes après une période sèche. Par contre, les ruissellements et les pertes en terres les plus élevées ont eu lieu à une époque où le sol est déjà très humide et dans le cas de pluies exceptionnelles et des orages d'automne et de printemps (**Chebbani, 1999**).

Le ruissellement ne débute qu'après un cumul pluviométrique journalier de 18 à 20 mm (Laouina, 1998) sur sol sec même si les pluies sont intenses ou après un cumul de 4 mm sur sol humide et compact (**Chibbani, 1997**).

D'une manière générale, il est admis que la vitesse du ruissellement est le paramètre prépondérant de l'action érosive du ruissellement superficiel.

I.7.3. Infiltration

Tous les sols sont plus ou moins perméables. Le coefficient de perméabilité qui représente la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol dépend essentiellement de la porosité du sol.

Pour un sol homogène initialement non saturé, la surface du sol présente une certaine infiltrabilité définie comme le flux maximum qu'elle peut absorber lorsqu'elle est maintenue en contact avec l'eau et la pression atmosphérique.

Au cours du temps cette baisse par l'action de la compaction des sols, que ce soit sous l'action des agents climatiques ou par l'action de l'homme, conduit à une réduction de la porosité et donc de la conductivité hydraulique. La diminution de la capacité d'infiltration constitue ainsi un facteur défavorable générateur de ruissellement et de transport de sédiments.

En revanche, cette même diminution de l'infiltrabilité joue un rôle positif contre l'érosion puisqu'elle renforce la résistance au cisaillement des sols.

I.7.4. Détention superficielle et rugosité du sol

Elle correspond à la capacité de stockage temporaire de la surface du sol vis-à-vis de l'eau. La détention superficielle se fait sous forme de flaques dans les micro-dépressions, dont la capacité de stockage est liée à la rugosité.

I.7.5. Pente et longueur de pente

L'influence de la pente est complexe. Le plus souvent, l'érosion augmente avec la pente. Il se développe une érosion en rigoles dix fois plus agressive que l'érosion en nappe (Roose, et al. 1998). Quant à la longueur des pentes, il semble que son influence sur la naissance de rigoles dépend de diverses interactions avec la rugosité et la perméabilité du sol, le type et l'abondance du couvert végétal.

I.7.6. Couvert végétal

Il est clair que le couvert végétal est efficace pour réduire le ruissellement. La couverture du sol, plus particulièrement celle assurée par la strate herbacée et les résidus végétaux, constitue la protection la plus efficace du sol. Elle intervient vis à vis du sol par:

- l'interception nette : une partie de la pluie qui tombe sur la végétation est directement reprise par l'évaporation. elle ne participe alors, ni à l'infiltration, ni au ruissellement.
- La dissipation de l'énergie cinétique : une partie de la pluie interceptée par le feuillage continue sa course jusqu'au sol. L'énergie cinétique des gouttes s'en trouve alors modifiée.

L'expérience montre (**Ruiz-Figueroa, 1983**) que l'efficacité d'un couvert végétal à l'égard de l'infiltration est d'autant plus marquée que le dernier élément récepteur est bas.

I.8. Les conséquences de l'érosion

I.8.1. Diminution du potentiel agronomique

Les premiers dégâts causés par l'érosion des sols concernent directement les agriculteurs.

Sur le terrain, l'impact est parfois très visible et assez spectaculaire. Sur un plan économique, les conséquences peuvent être lourdes du fait d'une diminution sensible des rendements.

- a) La destruction des semis.
- b) Une perte du capital sol.
- c) Une gêne pour les travaux agricoles.
- d) L'hétérogénéité des parcelles.

I.8. 2. Inondations et coulées de boue

I.8. 2.A. Les coulées de boue

L'érosion, bien qu'elle se produise sur les terrains agricoles, peut avoir des conséquences directes sur les habitants. En effet, elle peut être à l'origine de violentes coulées de boue touchant les villes et villages situés en fond de vallée. Ces coulées de boue sont le résultat de l'accumulation des eaux de ruissellement et de la terre décrochée des terrains agricoles, et peuvent provoquer des dégâts notables sur la voirie (obstruction des voiries, sapement des chaussées, colmatage des réseaux d'eaux pluviales) et sur les habitations.

I.8. 2.B. Augmentation de l'intensité des crues des rivières

L'envasement du cours d'eau consécutif à l'érosion des sols gêne le bon écoulement hydraulique et augmente ainsi les risques de débordement des rivières. Lors de fortes pluviométries, toutes les eaux de ruissellement de la vallée terminent leur course dans la rivière, qui représente leur exutoire naturel, et viennent donc augmenter l'ampleur de la crue.

I.8. 3. Dégradation des milieux naturels

Le Parc possède un patrimoine naturel remarquable, notamment par la diversité des milieux aquatiques et humides (rivières, marais, fonds de vallée). L'érosion peut sensiblement affecter ces richesses.

I.8. 3.a. Impacts sur les cours d'eau

L'envasement du lit des cours d'eau gêne le bon écoulement hydraulique, et augmente les risques de débordement en amont. Les travaux de curage habituellement réalisés pour restaurer la section du lit sont coûteux et dégradent fortement la biodiversité aquatique. Enfin, l'envasement des estuaires qui découle du charriage des sédiments par les cours d'eau porte également atteinte à la productivité piscicole marine.

I.8. 3.b. Impacts sur les marais

Les marais constituent l'arrivée massive des sédiments et la dégradation de la qualité de l'eau qui en découle menacent directement les populations animales et végétales aquatiques, sources alimentaires d'autres espèces. Pour ces dernières, cette baisse quantitative de ressources alimentaires disponibles aboutit à une diminution de leurs effectifs et peut aller jusqu'à leur complète disparition du milieu.

I.9. Evolutions historiques des stratégies de la conservation des eaux et du sol

Toutes les sociétés rencontrent des problèmes de dégradation du milieu par divers types d'érosion et ont tenté d'y porter remède par des stratégies traditionnelles adaptées aux pressions foncières, en aménageant les eaux de surface pour améliorer la productivité des sols et stabiliser les versants. Leur abandon ne signifie pas leur manque d'efficacité antiérosive mais plutôt une évolution du milieu socio-économique.

I.9. 1. Stratégies traditionnelles de lutte anti-érosive

I.9.1 .A/ Culture itinérante sur brûlis est probablement la plus ancienne stratégie utilisée sur tous les continents pour maintenir la productivité de la terre. Cette stratégie ne s'applique que sur des terres peu peuplées (moins de 20 à 40 habitants au kilomètre carré).

I.9.1 .B/ Terrasses en gradins et les terrasses méditerranéennes sur murettes en pierres:

Se sont développées 2 000 ans avant J.-C., en Asie. Ces terrasses sont apparues là où la population est dense, les terres cultivables rares et le travail bon marché. Comme ces aménagements exigent un gros effort pour la construction des terrasses (700 à 1 200 hommes. Jours/ha), pour l'entretien des talus et la restauration de la fertilité des sols remués, il faut que la production soit rentable ou vitale. Ces améliorations foncières ne sont acceptées que là où les paysans n'ont plus d'autre choix pour subsister (pressions foncières, militaires, religieuses ou économiques) ou pour produire des cultures particulièrement rentables.

Ce sont les aménagements les plus connues et les plus utilisées par les agriculteurs. Ce sont des constructions qui arrivent à casser la pente. Ces terrasses tirent leur nom de la forme qu'elles donnent au versant lorsque celui-ci est totalement aménagé. Les successions de terrasses prennent en effet la forme d'un escalier ou de gradins. Ces terrasses, accrochées au versant, doivent s'adapter à la pente de celui-ci : lorsque la pente augmente les terrasses rétrécissent tandis que le mur (ou le talus) de soutènement prend de la hauteur.

Il existe plusieurs possibilités pour construire ce type de terrasses. Cela dépend de la profondeur du sol, de l'espace disponible et de la quantité de cailloux présents sur le terrain.

I.9.1.C/ Billons, les cultures associées et l'agroforesterie

Dans cette rubrique, nous allons plus détailler le type d'aménagement par billons.



Fig3. Vue sur des billons.

I.9.1.D / Alignements de pierre et les murettes combinés à l'entretien de la fertilité par la fumure organique : Les murettes sont des petits murs construits en pierres sèches (sans ciment ni enduit) selon les courbes de niveau. Elles permettent à la fois de débarrasser les parcelles des pierres qui handicapent leur valorisation, de réduire le ruissellement et sa vitesse et de piéger les sédiments transportés. Sur les pentes moyennes à fortes, on aboutit rapidement à des terrasses progressives du fait de l'érosion hydrique et mécanique. Elles constituent des ouvrages de LAE par la cassure de l'énergie du ruissellement mais aussi d'amélioration des

terres (humidité, profondeur) et donc de la productivité des sols. Elles sont plus adaptées aux pentes fortes.

I.9.2. Stratégies modernes d'équipement hydraulique

I.9.2. a. Restauration des terrains en montagne (RTM) : Développée en France à partir des années 1850. Elle a pour but de reboiser les terres dégradées de montagne et de corriger les torrents, de protéger les vallées et les voies de communication des masses de terre mobilisées par l'érosion et des crues dévastatrices.

I.9.2.b. Conservation de l'eau et des sols (CES) : Elle a été créée aux États-Unis lors de la crise de 1930. Cette stratégie vise à conseiller les paysans et à leur fournir un appui technique et financier pour lutter contre la dégradation spectaculaire des terres des grandes plaines agricoles (des nuages de poussière, provoqués par l'érosion éolienne, étaient capables d'obscurcir le ciel en plein jour). La CES vise à maintenir en plus de la capacité de production des terres, aussi la protection de la qualité des eaux si indispensable aux citoyens. Les nuisances à l'aval coûtent bien plus cher et forcent l'État à réagir. Cela justifie les efforts considérables de l'État pour aider techniquement et financièrement les paysans (plus ou moins volontaires selon les régions) à aménager leurs terres.

I.9.2. c. Défense et restauration des sols (DRS) : qui consiste entre autres à revégétaliser l'amont des bassins-versants, stabiliser les ravines, restaurer la productivité des terres et protéger les barrages de l'envasement. Cette stratégie a été développée par les forestiers dans les années 1940-1980 autour du bassin méditerranéen pour faire face à de graves pénuries d'eau, à l'envasement rapide des barrages (en 30 à 50 ans) et à la dégradation des équipements et des terres. La DRS est née d'un mariage de raison entre la RTM des forestiers (reboisement des hautes vallées, correction torrentielle) et la CES des agronomes (banquettes plantées d'arbres fruitiers). Pour les forestiers, il s'agissait avant tout de mise en défens des terres dégradées par la culture et le surpâturage, de reboiser les hautes vallées pour restaurer par les arbres la capacité d'infiltration des sols dégradés.



Fig4. DRS en pente sur bassin versant.

I.9.2. d. Gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES) : est une stratégie participative visant à mieux gérer les ressources en eau, en biomasse et en nutriments. Cette approche a été nommée « Land husbandry » par les anglophones et « Gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols » (GCES) en français. Elle tient comme principe que les aménagements antiérosifs ne peuvent être durables sans la participation paysanne, cette stratégie tient compte de la façon dont les ruraux perçoivent les problèmes de dégradation des sols et propose l'intensification de la productivité des terres pour faire face à la croissance démographique.

Chapitre II :

Milieu d'étude

II .1.Introduction :

Les pertes en sol par érosion hydrique sont déterminées au niveau des parcelles de sol, tandis que les quantités de sol déplacées vers les cours d'eau (ou rendements en sédiments) sont évaluées à l'exutoire des bassins versants. Notant que le climat joue un rôle déterminant dans le risque d'érosion hydrique des sols, par le biais des précipitations (fréquence, durée et intensité).

La sensibilité du sol à l'érosion dépend également du type de travail du sol en surface. Les cultures de type cultivé nécessitent en particulier un affinement important de la couche superficielle du sol. Ce dernier peut entraîner la formation accélérée d'une croûte de battance en cas de forte pluie, ce qui diminue l'infiltrabilité du sol et accélère par conséquent le ruissellement.

II.2.Situation du bassin versant

Le bassin versant de Koudiet Rosfa situé à l'Ouest du Nord Algérien est considéré comme un sous bassin du bassin hydrographique d'Oued Fodda. Ce bassin versant fait partie de la zone de montagne l'Ouarsenis et couvre une superficie de 440 km², avec un périmètre 88 Km. Il constitue la partie amont du bassin d'Oued Fodda. Cette zone chevauche sur les communes de Sidi Slimane, Beni Lahcène, Sidi Abed, Ouled Bessem, khemisti, Beni chaib et Boutouchent pour la willaya de Tissemsilt et la partie sud de la commune de Bathia, wilaya de Ain Defla.

Il est limité par les coordonnées géographiques (UTM) :

- X1 : 383055 ,47m ; Y1 : 3943781,61 m.
- X2 :406838 ,79m ; Y2 :3976609,04 m.

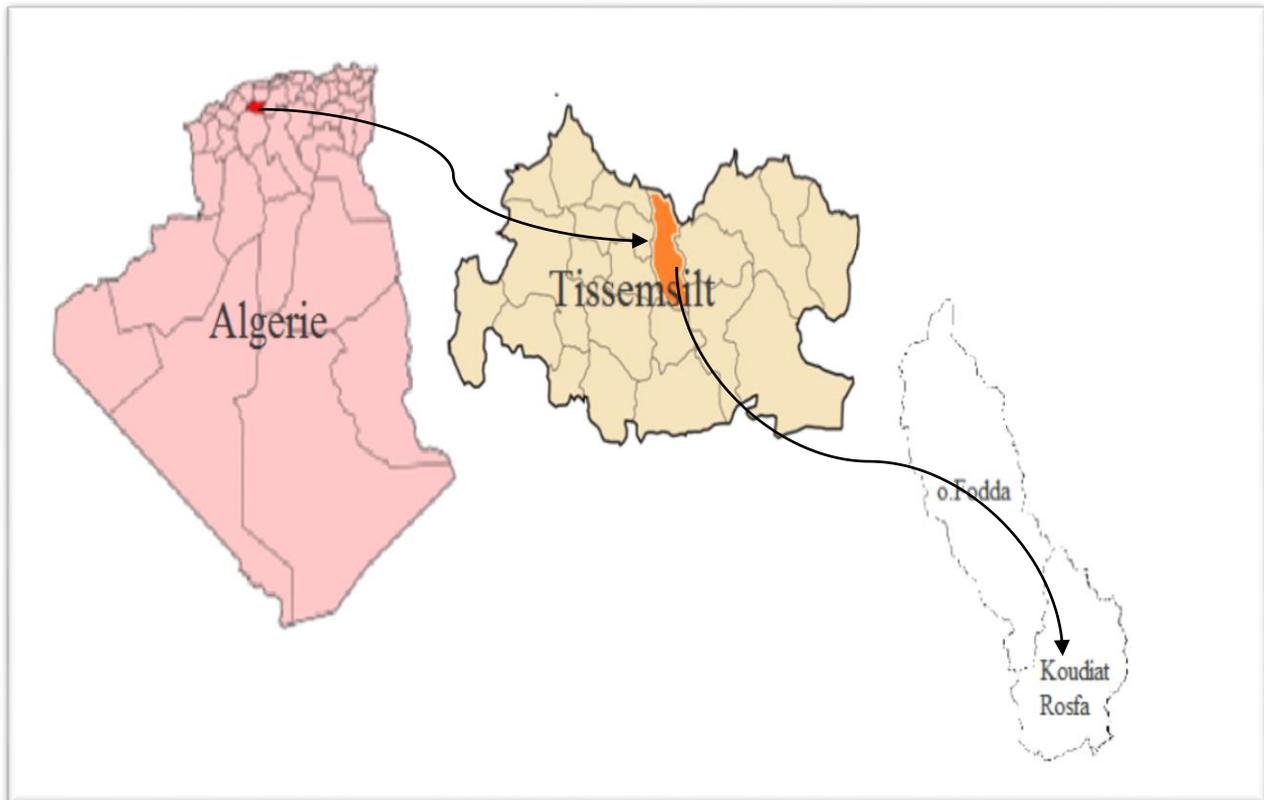


Fig5. Situation de bassin versant de Koudiet Rosfa

II .3.Cadre Hydrographique

II.3.1.Relief :

Il est caractérisé par un relief montagneux assez varié et limité :

- Au Nord par le djebel Tourait et Tourit,
- Au Sud par le djebel Ahachir, Ain el Hallalif, Ben Chetouane et Azia et Kharcha,
- Au Centre-Ouest par le djebel Kalaa, Koudiet Azida et Smak,
- À l'Est par Rokbat Ezzaoulet et djebel Meddad.

L'altitude diminue de 1900 à 800 m dans le bassin de Koudiet Rosfa alors que le barrage d'Oued Fodda se situe à moins de 500 m.

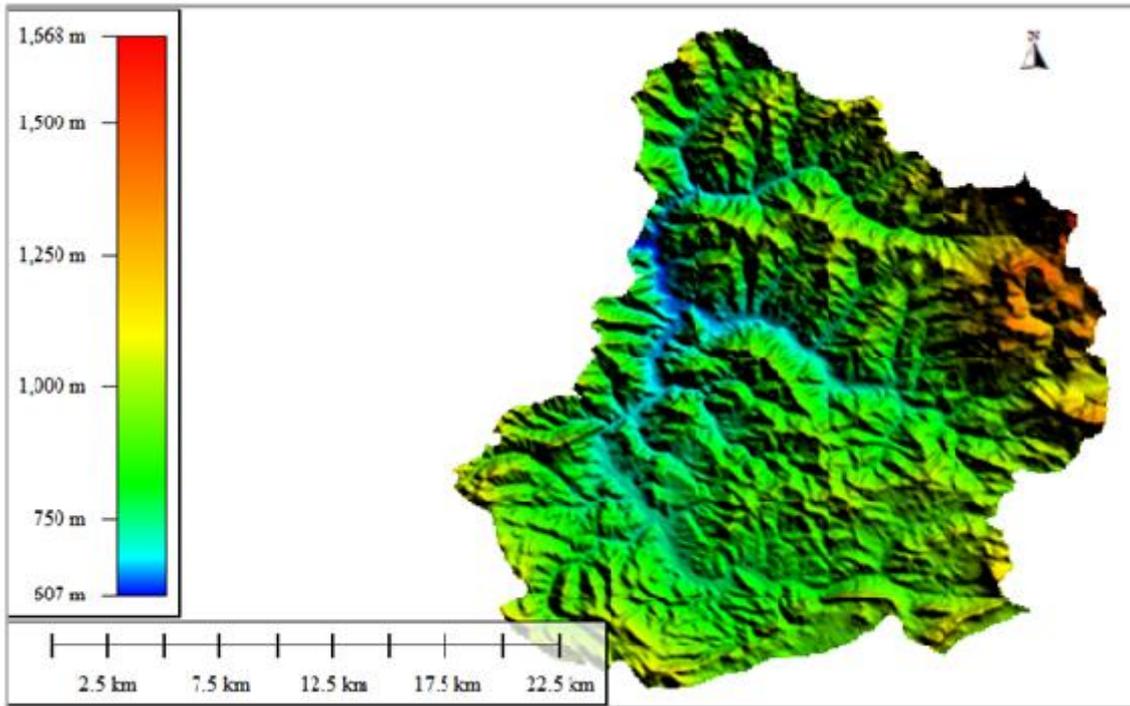


Fig6. Carte des reliefs

D'après la carte des reliefs, on remarque que le bassin tend vers un aspect allongé, à savoir que notre bassin est caractérisé par un relief accidenté qui lui confère alors une grande sensibilité à l'érosion hydrique.

II.3.2.Pentes

C'est l'un des facteurs les plus déterminants du relief, qui conditionne beaucoup l'utilisation du sol. La raideur des pentes constitue une contrainte dans la mesure où combinée à d'autres facteurs, elle favorise l'érosion des sols qui se trouvent soumis à l'enlèvement et à l'entraînement par les eaux de ruissellement. Par ailleurs, quand la pente est très faible, elle peut être considérée comme une potentialité, car elle permet une utilisation performante des terrains agricoles.

Tableau 2: Superficie par classes des pentes en (ha)

Classes (%)	0 - 3	3 - 6	6 -12.5	12.5 - 25	25	Total
Superficies	2137	1289	7568	18280	33291	62565

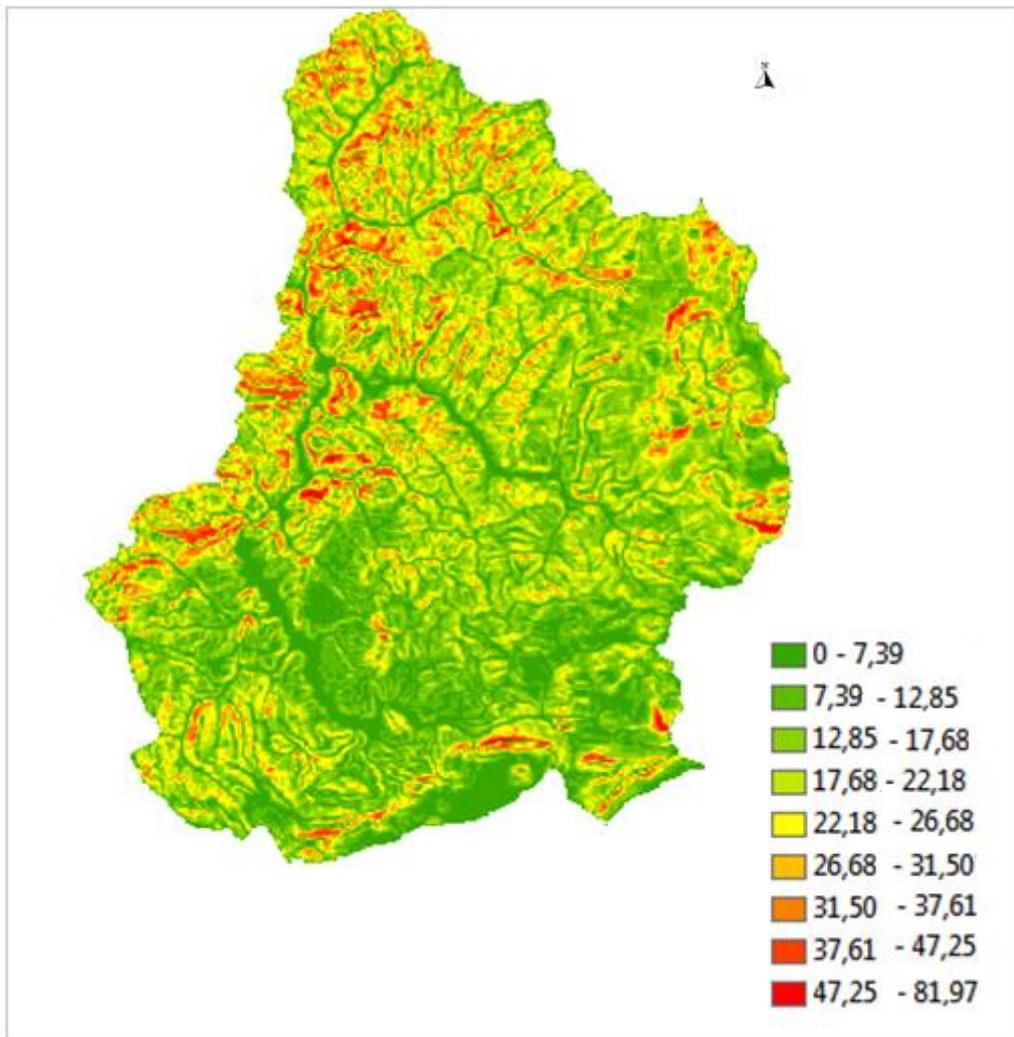


Fig7. Carte des pentes

La carte des pentes extraite de modèle numérique de terrain montre une grande diversité et un déséquilibre dans la dispersion des pentes de 09 classes varie de 0 à 81 ,97%.Ce qui montre bien à quel point les pentes du bassin versant sont très hétérogènes. Dans l'ensemble, il s'agit d'une zone montagneuse très accidentée.

II.3.3.Hydrographie du bassin versant

Le bassin versant de Koudiet Rosfa est plus riche en cours d'eaux où il existe des oueds permanents ou temporaires et des affluents, dont les plus importants celui d'Oued Besbes, Oued Fodda, Oued El mellah, Oued Bou karroucha.



Fig8. Réseau hydrographique

Caractérisée par un réseau hydrographique très ramifié et par des ruissellements extrêmement irréguliers (Figure N°8) et très agressifs. Ce bassin versant de Koudiet Rosfa constitue de ce fait une sous-unité hydrologique.

Le réseau hydrographique est important de fait qu'il renseigne sur :

- La nature de climat.
- Les endroits qui peuvent servir comme retenue d'eau.
- Les cours d'eau à régime permanent et les cours à régime temporaire.
- Les zones à risque d'inondation.
- Le phénomène d'érosion, plus ce réseau est dense plus l'érosion est forte.

II.3.4. Hydrologie

II.3.4.1. Paramètre du bassin versant de Koudiet Rosfa :

Le bassin versant de Koudiet Rosfa ouvre une superficie de 440Km². Le périmètre du bassin est de 88Km et la longueur du thalweg le plus long est de 31Km. La largeur moyenne est donc de 14,19 Km, le coefficient d'allongement est de 2,18 et l'indice de compacité est de 1,17. L'altitude moyenne est de 904m, avec des extrêmes variant de 800m à 1786m. La pente moyenne de l'Oued est de 25,9% ; tandis que la pente moyenne du bassin est de 11,2%. La densité de drainage est de 6,53Km².

II.4.Climat

Basé sur les stations climatologiques disponibles lors de l'élaboration de l'étude d'APD du barrage de Kodiet Rosfa (ENHD, 1994), la température moyenne mensuelle est d'environ 15,8°C. Les températures moyennes mensuelles varient entre 5 et 10°C en janvier et 20 et 32,5°C en juillet.

Basé sur la même référence (APD de Koudiet Rosfa), l'humidité relative varie saisonnièrement de 70 à 83% dans la période du Novembre à Mars et de 40 à 63% d'Avril à Octobre. Les vents dominants connaissent presque la même variation de l'humidité relative et soufflent dans la direction Ouest Nord-Ouest dans la période allant du mois d'Octobre au mois de Mai et Est Sud-est des mois de Juin à Septembre. La vitesse maximale de vent atteint 36m /s, enregistrée en Novembre et Décembre.

L'évaporation annuelle moyenne est de 1241mm avec un minimum de 1005,5 mm et un maximum de 1454,5 mm

La répartition mensuelle de l'évaporation montre un maximum de 208 mm et un minimum de 150mm.

II.5.Pluviométrie

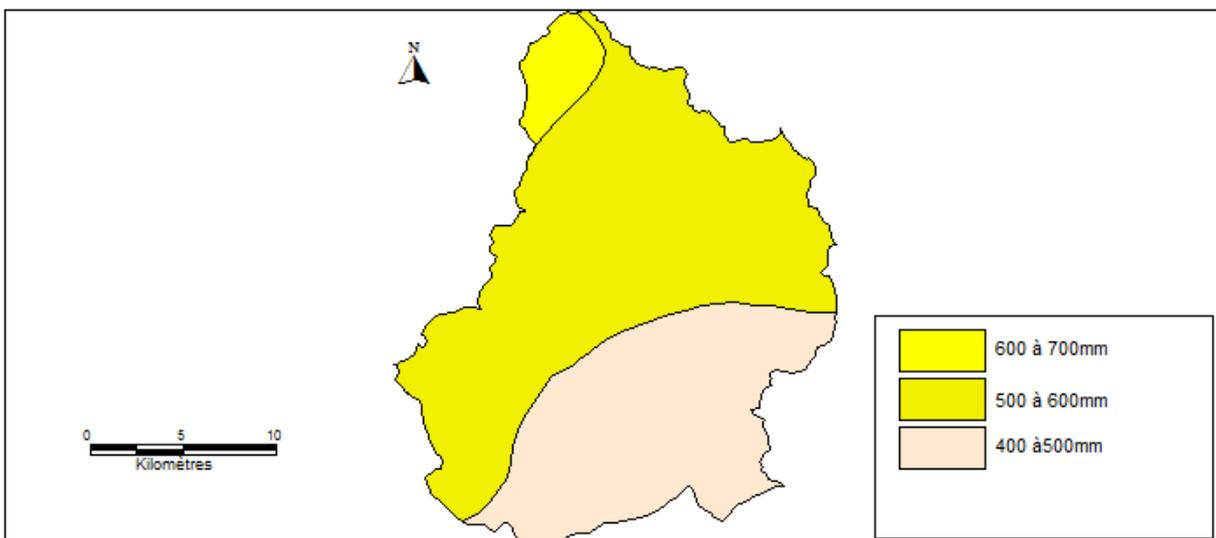


Fig9. Carte de la pluviométrie

D'après la carte de pluviométrie et les données de ANBT on enregistre dans la petite partie de le coté nord de bassin versant de Koudiet Rosfa une pluviométrie importante varie entre 600 -700 mm et dans le centre de bassin qui contenir une grande partie la pluviométrie

moyen varie entre 500 - 600 mm et dans le sud de bassin versant la pluviométrie faible varie entre 400 – 500 mm.

D'après le tableau (voir annexe N° :1) et la serie des données de la station de barrage de Koudiet Rosfa en note la valeur plus maximum de la pluie 136,2 mm en année 2015 et en registre la valeur minimum 0,0 mm dans tout les années de la série, et la moyenne important de la pluie 36,57 mm en l'année 2013 .

II.6.Températures

La température est l'un des éléments fondamentaux dans l'établissement du bilan hydrologique et dans la détermination du caractère climatique d'une région et aussi un facteur nécessaire à l'apport de l'énergie pour les plantes.

Les températures moyennes mensuelles sont :

De novembre à avril, inférieures à la moyenne annuelle et sont supérieures à cette moyenne de mai à octobre; divisant ainsi l'année en deux saisons : l'une froide et l'autre chaude.

Au cours de la saison froide, on relève les moyennes les plus basses pendant les trois mois de décembre, janvier et février, avec un minimum en janvier.

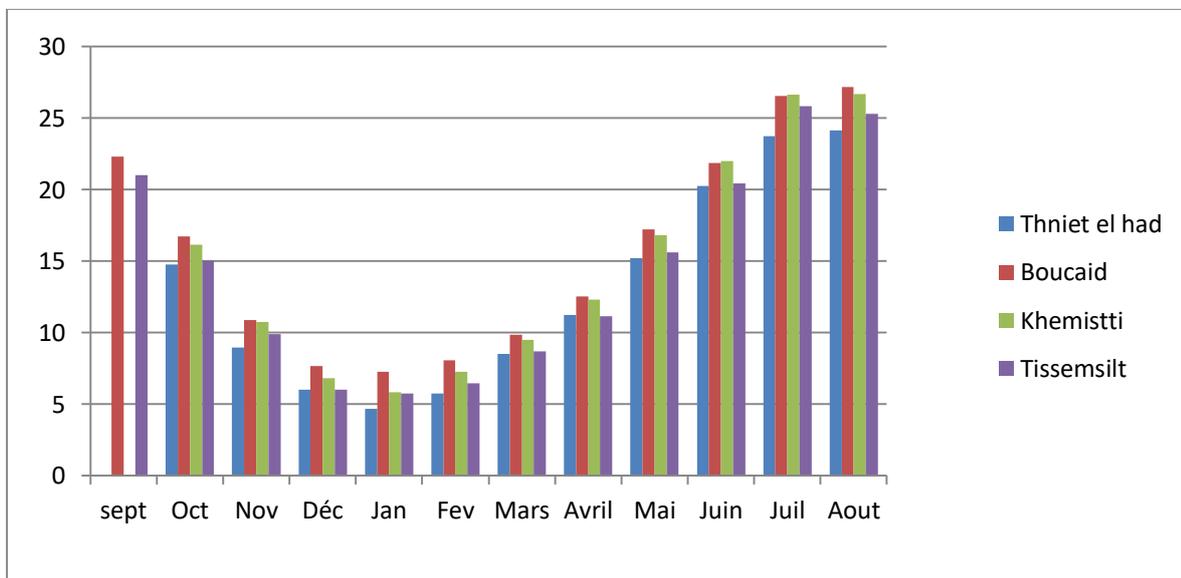


Fig11. Diagramme des températures moyennes mensuelles.

II .7.Végétation



Fig10. Carte de végétation

D'après la carte de végétation et l'enquête effectuée nous observons l'ensemble de la zone du Nord un couvert végétal peu important qui contient 15% de sa surface globale, 13% à des bois et le reste des broussailles et dans la zone de Sud de bassin versant l'absence de végétation naturelle (terrain nu).

II.8.Cadre Géologique

II.8.1.Géologie du bassin versant:

Le bassin versant du barrage est situé dans la région Sud-Ouest de l'Algérie. La structure géologique de cette région est plus ou moins complexe et comprend les formations géologiques suivantes, (classées par ordre d'âge croissant) :

II.8.1.1.Quaternaire

Les dépôts sont représentés par des types génétiques divers, avec une plus grande distribution pour les alluvions et les dépôts de versants.

II.8.1.2. Miocène

II.8.1.2 .1.Miocène Inférieur

Cette série est essentiellement marneuse avec des propriétés similaires à ceux de l'Oligocène et du Crétacé.

II.8.1.3. Oligocène

Oligocène de faciès Boghari (OB), Oligocène de faciès Numidien (ON)

II.8.1.4. Eocène

Marne noires et grises à rares bancs intercalations calcaires ou Marno-calcaires.

II.8.1.5. Crétacé

Cette série est Marneuse et Marno-calcaire, à environ mille mètres de puissance. Les Marno-calcaires se présentent sous forme de petits bancs ou d'intercalation dans la Marne.

II.8.1.6. Jurassique

Cette formation est caractérisée par des falaises calcaires épaisses, souvent massives ; la série jurassique de l'Ouarsenis est subhorizontale et dans un état complètement renversé.

II.8.1.7. Trias

Cette formation se présente sous forme d'affleurements et apparaît en position anormale la plupart du temps. Elle correspond à une suite de dépôts à faciès très caractéristiques : gypse, sel, dolomies, cargneules, argiles bariolées, grès rouges... mais la stratigraphie détaillée des dépôts triasiques reste pratiquement inconnue ou du moins très difficile à établir.

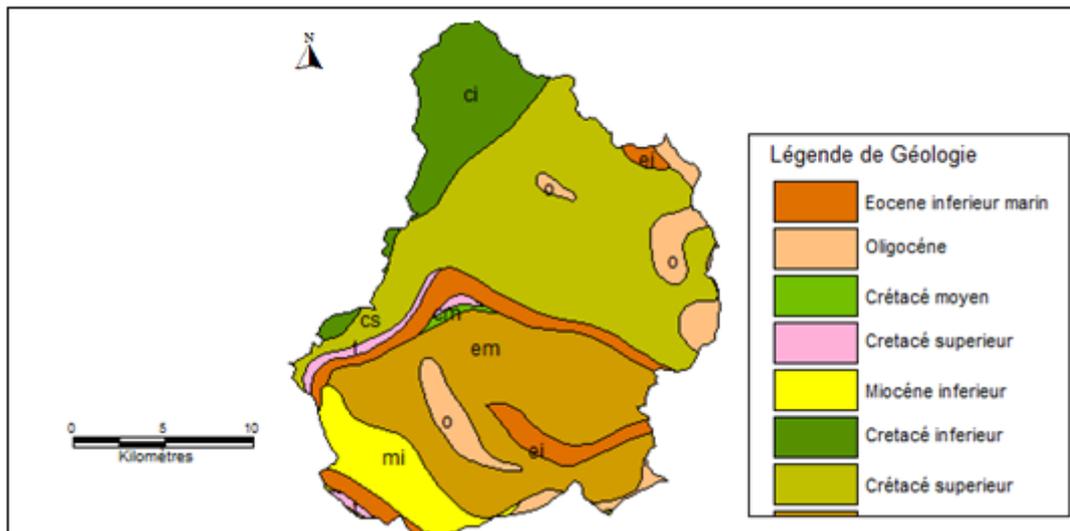


Fig11. La carte géologique

D'après la carte géologique, dans la partie Nord on passe des formations crétacées inférieures et dans le centre constituée d'une grande nappe de crétacé supérieur et dans le Sud on trouve des séries d'éocène inférieur marin et miocène inférieur et oligocène jusqu'à la limite Sud du bassin versant.

Tableau 4: Résistance à l'érosion des formations géologiques

Formation Géologique	Type	Résistance à l'érosion
Quaternaire	Dépôts alluviaux	Faible
Miocène,mi	Marneuse	Faible
Oligocène,oB	Marneuse	Faible
Oligocène,oN	Marneuse / Gréseuse	Faible à Moyenne
Eocène,e2	Marneuse	Faible
Eocène,e1	Marno-calcaire	Forte
Crétacé,C	Marneuse et marno-calcaire	Moyenne à Forte
Jurassique,J	Calcaire	Forte
Trias,t	Dépôts	Moyenne

II.8.2. Pedologie

II.8.3. Cartographie des sol

Tableau5: Répartition des unités de sols dans le bassin versant de Koudiet Rosfa

Réf	Description	Sup.(ha)	%
1	Sols minéraux bruts non climatique d'érosion lithosols	6 538	15,30
2	Sols minéraux bruts non climatique d'érosion régosols	4 409	10,32
3	Sols peu évolués non climatiques d'apports alluviaux modaux	714	1,67
4	Sols peu évolués non climatiques d'apports colluviaux modaux	3 226	7,55
5	Vertisols à drainage externe possible à structure anguleuse sur au moins les 15cm supérieurs	4 293	10,05
6	Sols calcimagnésiques carbonatés rendzines modaux	10 827	25,34
7	Sols calcimagnésiques carbonatés bruns calcaires modaux	526	1,23
8	Sols brunifiés des climats tempérés humides lessivés modaux	5 125	11,99
9	Cuvette (mélange de 3 et 4)	279	0,65
1/5	Association de 1 et 5	936	2,19
1/6	Association de 1 et 6	2 746	6,43
2/5	Association de 2 et 5	2 128	4,98
5/6	Association de 5 et 6	982	2,30

II.8.4. Types de sol

La potentialité en sols de la région se caractérise par quatre grands types de sols :

1. Les sols peu évolués
2. Les vertisols
3. Les sols calcimagnésiques
4. Les sols isohumiques

II.8.4.1. Les sols peu évolués

Dans cette classe, au niveau de la zone potentielle, il existe un seul type de sol :

- a) Classe : sol peu évolué
- b) Sous-classe : non climatique
- c) Groupe : apport alluvial
- d) Sous-groupe : modal

Ces sols existent partout dans la zone potentielle. Ils prédominent cependant dans les régions de Layon et dans le Sers ou. Ils sont formés d'apports alluviaux et constituent les dépôts récents des vallées où ils occupent le lit majeur.

II.8.4.2. Les vertisols

Il a été identifié au niveau de la zone potentielle, pour cette classe, un type de sol :

- a) Classe : vertisols
- b) Sous-classe : drainage extrême possible
- c) Groupe : structure anguleuse
- d) Sous-groupe : modal

Ces sols sont localisés dans la partie Ouest de la zone potentielle.

II.8.4.3. Les sols calcimagnésiques :

Ces sols caractérisés par la présence du calcaire dans tous leurs profils types à des taux parfois élevés et ce, en fonction de la nature et de la composition des matériaux sur lequel ils se sont développés. Les matériaux qui sont liés à la topographie conditionnent donc la formation et la transformation des sols calcimagnésiques. Ce qui nous a amené à distinguer au niveau de la zone potentielle dans le groupe brun calcaire, trois sous-groupes:

- a) Brun calcaire modal
- b) Brun calcaire à encroûtement
- c) Brun calcaire ver tique

Ces sols sont répartis partout dans la zone potentielle où ils occupent de grandes superficies

II.8.4.4. Les sols isohumiques

Dans cette classe, il y a lieu d'identifier au niveau de la zone potentielle, un seul type de sol :

- a) Classe : Iso humique
- b) Sous classe : à pédoclimat frais
- c) Groupe : Marron
- d) Sous-groupe : Modal

II.8.5. Typologie de sol

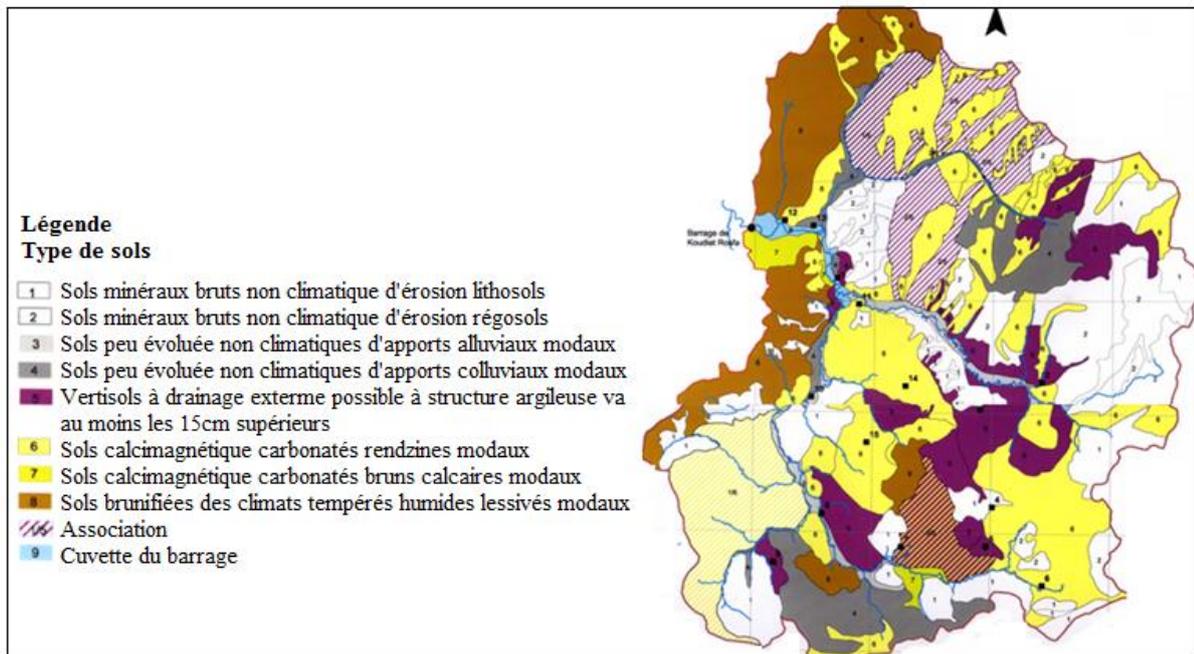


Fig12. Typologie des sols dans le bassin versant de Koudiet Rosfa.

D'après la carte de typologie des sols du bassin de Koudiet Rosfa dans le partie nord on trouve le sol brunifiées des climats tempérés humides et un partie de association et dans le centre du bassin le sol minéraux bruits non climatique d'érosion lithosols et régosols . Dans la partie sud en posse des formations de sol calcimagnésiques carbonates brus calcaires et rendzines modaux et un petit partie qui limite le bassin de sol peu évaluée climatiques d'apports colluviaux modaux

II.8.6. Relation sols et géomorphologie

La présente étude des sols a été axée principalement sur les unités géomorphologiques, pour cela il est important d'essayer de faire la liaison existante entre la pédologie et la géomorphologie.

Sur la base de données lithologique, de l'interprétation des photos aériennes au 1/20 000ème, de la description des profils et des résultats analytiques, cinq grandes unités morphologiques ont été mises en évidence :

- Les terrasses alluviales du quaternaire ancien ;
- Les hautes collines dans les formations tendres (encroûtements marneux, etc.) ;
- Les grands versants à pentes faible dans les formations à prédominance d'argiles du miocène ;

- Les grands versants à pentes fortes ;
- Les hauts versants très disséqués.

II.9.Cadre socioculturel

II.9.1.Population

La population actuelle de la commune de Beni Chaïb est de 3265 habitants, dont 1445 dans le chef –lieu et 1820 dans les zones rurales. La population de sexe féminin représente 48%. Près de la moitié de la population (44%) est constituée de jeunes de moins de 15 ans, et (72 %) des habitants ont de moins de 30 ans.

Tableau 6: Evolution de la population de la commune de Beni Chaïb

Années	1993	1998	2002
Population totale de la commune	6679	3266	3264
Naissances	-	52	28
Décès	-	16	10

II.9.2.Situation économique

II.9.2.1.Agriculture

L'activité agricole dans la commune de Beni Chaïb est fortement dominée par la céréaliculture et l'élevage.

Sur une SAU de 7547 ha, 3600 ha sont consacrés à la céréaliculture en irrigué. La SAU représente 65% de la superficie totale de la commune.

Avec la construction du barrage, la SAU peut être augmentée et les rendements améliorés.

Les rendements dépendent des conditions climatiques, mais d'une manière générale ils sont faibles. En année moyenne les rendements sont de 10 Qx/ha(1998) mais en année sèche ceux –ci peuvent chuter de 50%. La configuration du terrain ne permet pas l'introduction de méthodes d'irrigation moderne type pivots.

Les terres sont au nombre de 296 et appartiennent exclusivement au secteur privé.

II.9.2.2. Les cultures maraîchères

Le constat fait apparaître un large éventail d'espèces maraîchères, mais celles –ci se pratiquent selon les méthodes traditionnelles, l'introduction de la plasticulture reste limitée. Elle est donc tributaire des conditions climatiques. En 2002 (année sèche), la production de cultures maraîchères a diminué de 50%.

De plus la libération des prix des facteurs de production (semence, engrais, produit phytosanitaires) ne favorise pas le développement des cultures.

II.9.2.3. Arboriculture

L'arboriculture à pépin et à noyaux se trouve dans les zones montagneuses de Beni Chaïb, un terrain de prédilection et représente un vecteur relativement important de l'activité agricole

Tableau 7: Production végétale

Production végétale	Unité	1998	2002
Céréales	Qx	34 145	17 115
Maraîchage	Qx	1 950	900
Arboriculture	Qx	23 625	29 680
Légumes secs	Qx	55	38
Oléiculture	Litre	375	420

II.9.2.4. Elevage :

- Les caprins : ils constituent le cheptel le plus important, car il est le plus adapté au relief. Le nombre de caprins recensés au niveau de la commune est 2710 têtes.
- Les ovins : ils constituent le deuxième cheptel de par son importance. La sécheresse qui a régné ces dernières années a quelque peu affecté la production. Celle-ci a diminué en 2002 de 4% par rapport à 1998.
- Les bovins : il faut croire que la région n'est pas adaptée à l'élevage Bovin puisqu'on dénombre moins d'une centaine de tête.

- L'aviculture : La production a connu une baisse sensible ces dernières années, 38% pour les viandes blanches, et 7 % pour les œufs. Cette baisse est liée aux prix des factures de production assez élevées et à la sécheresse.

L'effectif du cheptel dans la commune de Beni Chaïb est donné dans le Tableau et la production animale est consignée dans le Tableau

Tableau 8:Cheptel

Cheptel	Unité	1998	2002
Ovins	Nbre	1 835	1 760
Caprins	Nbre	2 790	2 710
Bovins	Nbre	108	96

II .10. Barrage

II .10.1.Historique du projet

L'étude de faisabilité du barrage de Koudiet Rosfa a été établie en 1989.

L'étude d'Avant-projet Détaillé a été élaborée entre 1994 et 1995 et les travaux ont été entamés en 1998 pour être achevés en août 2004.

II .10.2.Généralités

Le barrage de Koudiet Rosfa est situé dans la wilaya de Tissemsilt, sur l'Oued Fodda à environ 18 km à vol d'oiseau à l'amont du barrage existant du même nom.

Il est distant d'environ 250 km d'Alger dans la direction du Sud-ouest, par Khemis Miliana et Theniet-EL-had.

Le site du barrage est localisé sur la carte topographique au 1/50.000 d'El-Meddad (N°133) aux coordonnées Lambert suivantes :

- X= 414,48 Km
- Y= 283,05 Km

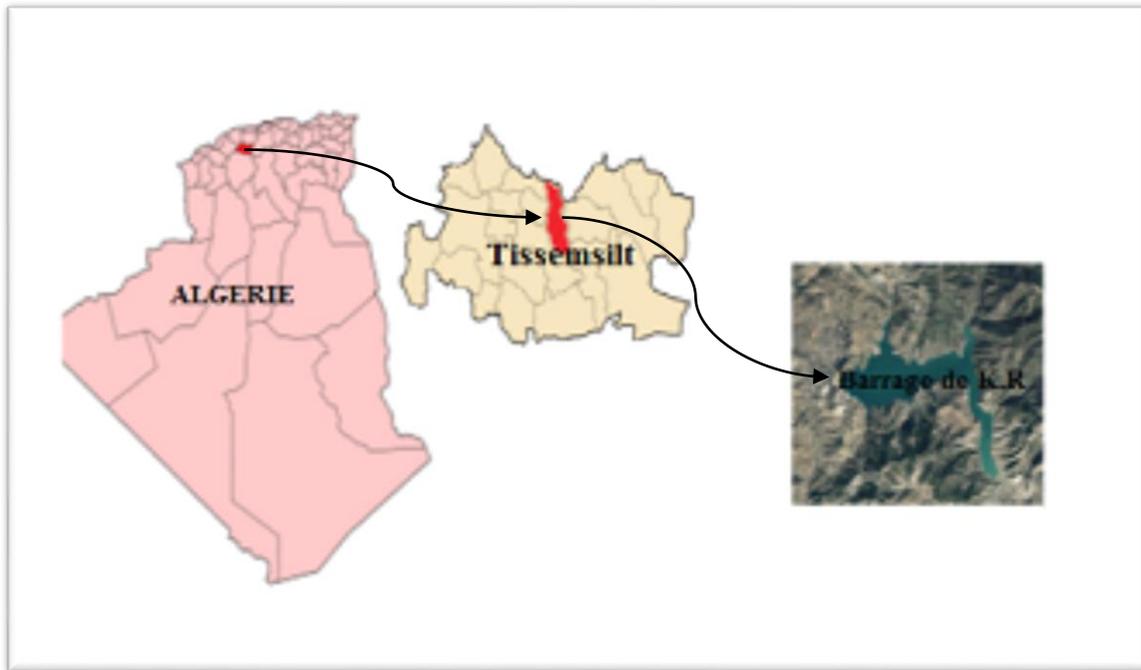


Fig14. Situation du barrage Koudiet Rosfa

II .10.3. Objectif du barrage Koudiet Rosfa

Le barrage a été réalisé pour les trois butes principales sont :

- La récupération du volume envasé du barrage Oued Fodda;
- L'alimentation en eau potable de la ville de Tissemsilt (15 Mm³/an) ;
- L'irrigation des périmètres en aval (6 Mm³/an).

Tableau 9 : Caractéristiques du bassin versant au site de barrage de Koudiet Rosfa.

Caractéristique du bassin versant	Valeurs
Surface	440 Km ²
Longueur talweg	31 Km
Périmètre	88 Km
Altitude min	600 m
Altitude max	1786 m
Altitude moyenne	904 m
Indice de compacité Gravelius	1,17
Pente globale	2,5

II .10.4.Digue

La digue est compose dans sa partie centrale par un noyau en argile afin d'assurer son étanchéité vis-à-vis de l'eau emmagasinée dans la retenue.

Au niveau des fondations le noyau d'argile traverse les alluvions pour s'encastrer à une profondeur de 3 ,00 m dans la roche.



Fig15.Digue de barrage Koudiet Rosfa

Tableau 10 : Caractéristiques de la digue

Caractéristiques	Valeurs
Côte du fond de l'Oued	590 ,00 m
Côte de la crête	647,00 m
Hauteur	57,00 m
Côte du fond de fouille du noyau en argile	576,50 m
Côte de la retenue normale (RN)	642,00 m
Côté des plus hautes eaux (PHE)	646,13 m
Côte du volume mort	637,00 m
Longueur en crête	637,00 m
Largeur en crête	8,00 m
Largeur maximale à la base	300,00 m
Volume total du remblai (y compris le batardeau)	1,045 H m ³ /an
Volume régularisé	25,40 Hm ³
Volume utile	17,00 Hm ³
Volume total	73,00 Hm ³

II .10.5. Galerie d'injection

La galerie d'injection sert à exécuter le voile d'étanchéité et à drainer les eaux qui traverseront le noyau. Elle sert aussi comme moyen de contrôle direct des infiltrations lors de l'exploitation du barrage. La galerie est de marches en béton armé pour entretenir les pompes d'évacuation des eaux.



Fig16. Galerie d'injection de barrage Koudiet Rosfa

Tableau 11 : Caractéristiques de Galerie d'injection

Caractéristiques	Valeurs
Section	2,80 m / 2,60 m
Marche	0,20 m / 0,20 m
Puit de drainage	1,70 m

II .10.6. Evacuateur de crues

L'évacuateur de crue est implanté en rive droite selon une direction orthogonale aux courbes de niveaux l'évacuateur de crue est constitué par :

- Une tranchée d'amenée
- Un déversoir de forme curviligne
- Un canal de transition muni d'un seuil
- Un coursier
- Un saut de ski

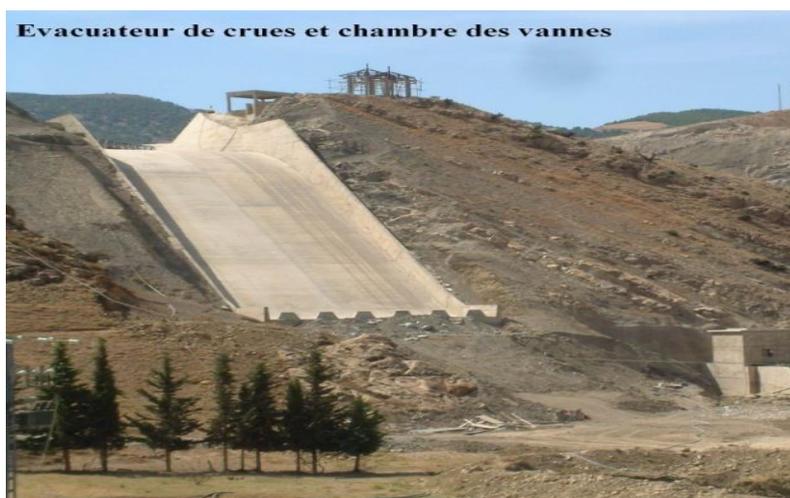


Fig17. Évacuateur de crues

Tableau 12 : Caractéristiques d'évacuateur de crues

Caractéristiques	Valeurs
Longueur du seuil du déversoir	51,26 m
Coefficient du déversoir	m= 0,46
Hauteur de déversement (P =0,01%)	3,49 m
Hauteur de déversement (P =0,01%)	4,14m
Débit (P =0,01%)	700 m ³ /s
Débit (P =0,01%)	200 m ³ /s
Hauteur du déversoir	4 m – 5 m
Longueur total	115,00
Largeur	20,00
Débit spécifique	35/45 m ³ /sec /m

II .10.6.Tunnel de dérivation

Le tunnel est prévu pour la dérivation provisoire des eaux pendant la construction de l'aménagement hydraulique, et sera ensuite réutilisé pour la prise d'eau et la vidange de fond du barrage.

La tête amont du tunnel est située sur la rive droite de l'Oued Fodda à une distance de 12,00 m environ de la digue.

Tableau 13 : Tunnel de dérivation de barrage de Koudiet Rosfa

Caractéristiques	Valeurs
Côte de retenue normale (RN)	642,00
Côte du batardeau	621,00
Côte du fond du tunnel à l'endroit de la tour de prise	594,00
Côte de la sortie du tunnel	590,00
Débit de projet	101,00 m ³ /s
Volume de crue (P : 5%)	16,17 Hm ³
Section	3,10 m
Débit moyen	83,70 m ³ /s
Longueur totale	256,72 m
- 1 ^{er} Tronçon	205,37 m
- Tronçon de raccordement	23,68 m
- 2eme tronçon	26,67 m
Pente	1,6 %
Élévation du niveau d'eau dans la cuvette	516,00 m
Temps nécessaire d'évacuation	40 heures.

II .10.7.Tour de prise d'eau

La tour de prise d'eau construire en béton. Son accès s'effectue au moyen d'une passerelle

Tableau 14 : Caractéristiques de Tour de prise d'eau

Caractéristique	Valeurs
Hauteur de fondation	8 m
Hauteur de la tour	49 m
Côte de la vidange de fond :	595,50
Côte des orifices de prise d'eau :	605 m, 613 m, 621 m, 630 m

II .10.8 .Galerie de vidange de fond.

C'est une galerie forcée demi-circulaire

Tableau 15 : Caractéristiques de galerie de fond

Caractéristiques	Valeurs
Section	b= 3,10 m / h=3,10 m
Longueur	256,72 m
Débit	2,5 m ³ /s

II .10.9.Conduite de prise d'eau

Cette conduite assure la vidange du barrage, si la nécessité l'exige, les lâches d'eau pour l'irrigation et la fourniture d'eau potable à partir d'une conduite de ϕ 600 mm qui lui est raccordée.

Tableau 16 : Caractéristiques de conduite de prise d'eau

Caractéristiques	Valeurs
Diamètre :	2* 1400 mm/ 1000 mm / 600 mm
Charge maximale :	52 m
Débit maximale lors du fonctionnement de l'évacuation générale :	8 m ³ /s
Débit d'irrigation :	2,5 m ³ /s (6*10 ⁶ m ³ /an)
Longueur :	295,00

II .10.10.Conduite d'eau potable.

Tableau 17 : Caractéristiques de conduite d'eau potable

Caractéristique	Valeurs
Diamètre	600 mm
Charge d'eau maximale	52 ,00 mm
Débit d'alimentation en eau	0,8 m ³ /s
Longueur	5,50 m

II .11.Conclusion

Le volume total de barrage de Koudiet Rosfa est 73 Mm³, d'où 21Mm³/an volume regulisable (7Mm³ pour l'irrigation et 14 Mm³ pour l'Alimentation Eau Potable), et le volume stocké estimé à 62 Mm³ en l'année 2016 et le volume mort est 8,5 Mm³ en 2016 par 1,5Mm³ (source ANBT)

Chapitre III :
Les méthodes anti-
érosifs

III.1.Introduction :

L'objectif de ce chapitre est de faire la synthèse des données existantes sur l'érosion des sols à l'échelle du territoire de sous bassin de KoudietRosfa et de diffuser plus largement ces connaissances au sein des régions pour aider les acteurs locaux à mieux comprendre et à lutter contre les risques liés à l'érosion des sols.

Il y a plusieurs façons de lutter contre l'érosion. Ces méthodes visent soit à protéger les sols, soit à freiner l'eau de ruissellement, soit à assurer sa filtration.

Les bonnes pratiques environnementales de lutte à l'érosion consistent à combiner des méthodes adéquates en fonction du terrain et de la situation (chantier, fossé, etc...).

III .2.Évaluation des risques d'érosion selon le modelé RUSLE

III.2.1 Modèle RUSLE:

Le modèle RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*) consiste en une version modifiée de l'équation universelle de pertes de sols (USLE) originalement élaborée par Wischmeier et Smith (1978). Pour l'estimation des valeurs des facteurs de l'équation suivante :

$$Ea = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Où

Ea: est la perte de sol due à l'érosion et constatée, par unité de surface pendant une période de temps déterminée.

R : Indice d'érosivité des pluies (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹).

K : Facteur dérodabilité du sol (t h MJ⁻¹ mm⁻¹).

L : Facteur de longueur de la pente.

S : Facteur de d'inclinaison de la pente.

C : Facteur de gestion des cultures.

P : Facteur des pratiques de soutien (Les pratiques culturales antiérosives).

III.2.2Carte de vulnérabilité d'érosion des sols

L'érosion hydrique des sols est une conséquence physique de l'interaction de plusieurs facteurs dont la nature du sol, le relief et le climat (pluviométrie). La compréhension de ce phénomène va permettre de le modéliser.

En effet, on peut considérer qu'en présence de fortes averses, la pluie va s'infiltrer dans le sol. L'érosion est d'autant plus importante que le sol arrive à saturation plus vite. La

saturation du sol dépend de sa texture et de sa profondeur. Par ailleurs, lorsque le sol est saturé, l'eau s'infiltré dans la roche d'autant qu'elle est perméable.

Donc la capacité d'infiltration de la roche est le troisième facteur qui va accélérer le ruissellement. Quand le sol est saturé, le ruissellement va emporter le sol d'autant que le relief est accusé. Ainsi la topographie est le quatrième facteur à prendre en considération.

De plus, lors des crues, les oueds peu larges sont sujettes à des phénomènes d'érosion forte des berges (ravinement).

Donc il est possible de définir les zones à risques d'érosion hydrique à partir des facteurs cités plus haut.

III.3.Nature des sols

III.3.1. Texture des sols

À partir de la carte des sols préparée dans le cadre de la présente étude, il est possible de classées les sols selon leur texture dont dépend l'infiltration et l'érodabilité (facilité de transport par l'eau).

Le risque d'érodabilité et de saturation est faible pour les sols à texture grossière et inversement important pour les sols à texture fine (Argile – Limon). Toutefois, le Limon est plus érodable que l'Argile (FAO). Certaines unités de sol ont été décapées avec le temps et on y retrouve un fort affleurement rocheux avec des poches de sol (essentiellement des lithosols), le risque est donc absent pour ces unités.

Le Tableau n° 19montre la classification finale retenue pour les risques d'érodabilité des sols et la Figure n°17 montre la distribution de ce risque dans le bassin de Koudiet Rosfa.

Tableau 19: Risque d'érosion selon la texture des sols

Texture	Infiltration	Erodabilité	Risque d'érosion
Sablo-argileux	Élevée	faible	1
Argileux à très argileux	faible	Moyenne	2
Limon-argileux à argileux	faible	Moyenne à élevée	3
Limon-argileux	faible	Élevée	4
Roche	Absente	Absente	0

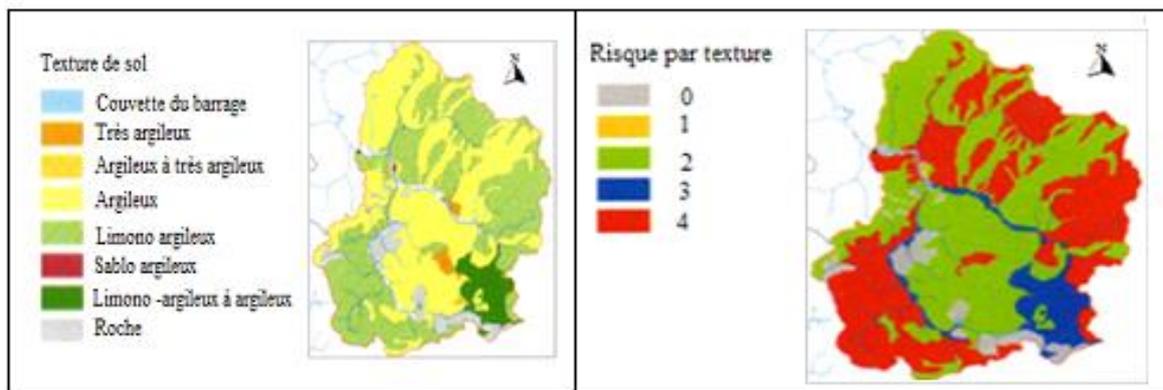


Fig18. Risque d'érosion selon la texture des sols (ANBT ,2003)

III.3.2.Profondeur des sols

La profondeur des sols va ralentir ou accélérer la saturation en eau du sol. Ce facteur a été représenté pour le bassin de Koudiet Rosfa à partir de l'enquête pédologique et des références connues qui décrivent le type de sol.

Les sols de profondeur supérieure à 1m représentent le moins de risque. Les sols qui peuvent représenter à certains endroits des sols moyennement profonds (jusqu'à 75cm) ont un risque moyen et enfin les sols peu profonds (jusqu'à 25cm) représente le risque plus élevé.

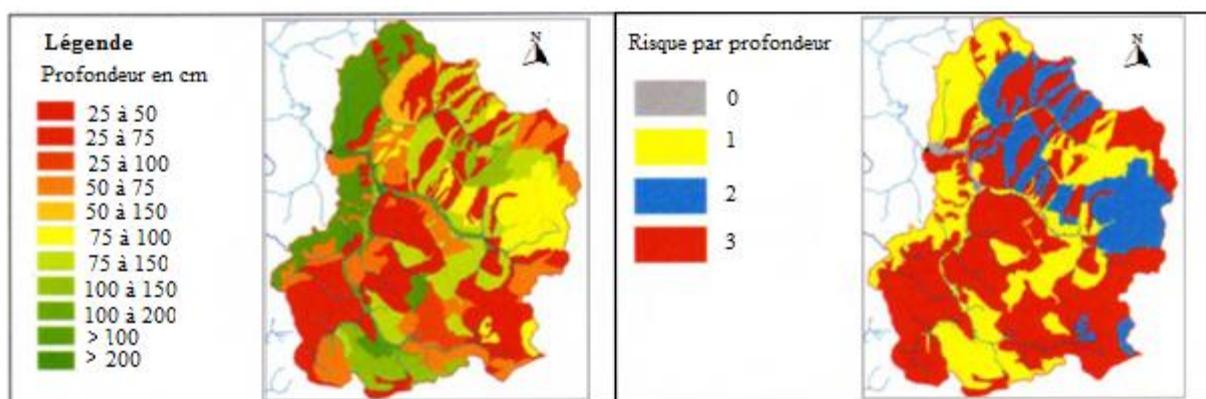


Fig19. Risque d'érosion selon la profondeur (ANBT ,2003)

III.3.3.Risque de saturation et d'érodabilité des sols

Le risque d'érodabilité des sols dépend de la texture des sols et de leur capacité de saturation rapide, qui elle-même dépend de la texture et de la profondeur. Ainsi pour représenter le risque combiné des deux caractéristiques des sols (texture et profondeur), une classification est proposée dans le Tableau N° 20 ci-dessous.

Le risqué est absent sur les roches et dans la cuvette des sols qui sera inondée. La profondeur des sols est considérée comme le facteur limitant et la texture modère ou accentue ce risque.

Tableau 20 : Risque d'érosion selon la texture des sols et leur profondeur

Profondeur	Texture	Risque	Classes de risque
1	0 (roche)	Cuvette	-1
3	0 (roche)	Absent	0
1	1	Faible	1
1	2	Moyen	2
1	3		
1	4		
2	2	Fort	3
2	3		
2	4		
3	2	Très fort	4
3 (< 50cm)	2 (Rendzine)		
3	2		
3	4		

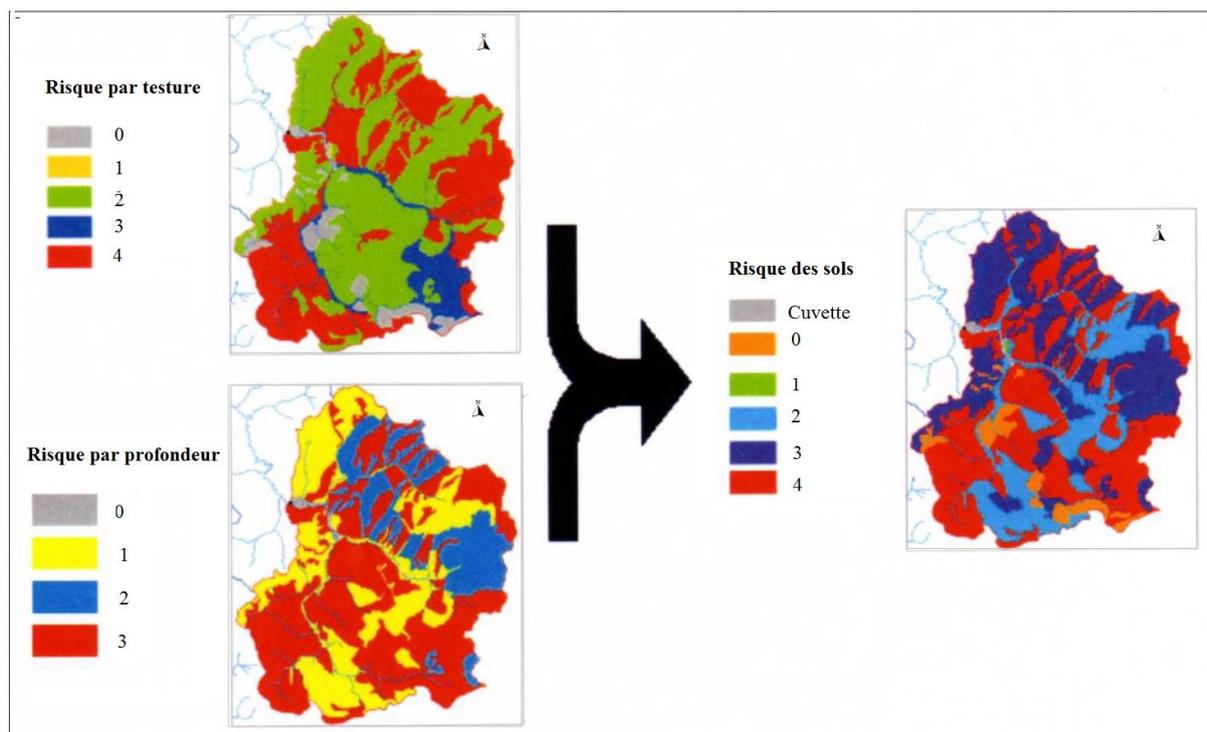


Fig20.Risque d'érosion selon la profondeur et la texture des sols (ANBT ,2003)

III.3.4. Relief

Le relief va accélérer le processus d'érosion d'autant que le terrain est pentu. (Ainsi le Tableau°21) : propose une classification de ce risque selon les classes de pente en pourcentage.

Les classes de pente ont été établies à partir des cartes topographiques de la région et du modèle numérique du terrain (MNT) établi pour la zone (La Figure N° : 20).

Tableau 21 : Risque d'érosion selon la topographie des sols

Classes de pente	Risque d'érosion	Classe de risque d'érosion
0 – 2 %	Absent	0
2 – 8 %	Faible	1
8 – 15 %	Moyen	2
15 – 30 %	Fort	3
>30%	Très Fort	4

Il est à noter que la densité de drainage est un autre facteur de risque lié au relief. Il est introduit à travers la classification de l'occupation du sol. En effet, ce facteur est à combiner avec l'occupation du sol, la présence d'une forte densité de drainage en terrain forestier représente peu de risque. Ainsi il n'interviendra que lorsqu'il est prépondérant et que le sol est nu.

Par ailleurs, les berges des oueds principaux sont vulnérables à l'érosion. Ces oueds ont été sélectionnés à partir des critères suivants :

- La largeur du lit principal est très faible ;
- La pente des oueds est supérieure à 8 % et la largeur du lit est faible à moyenne.

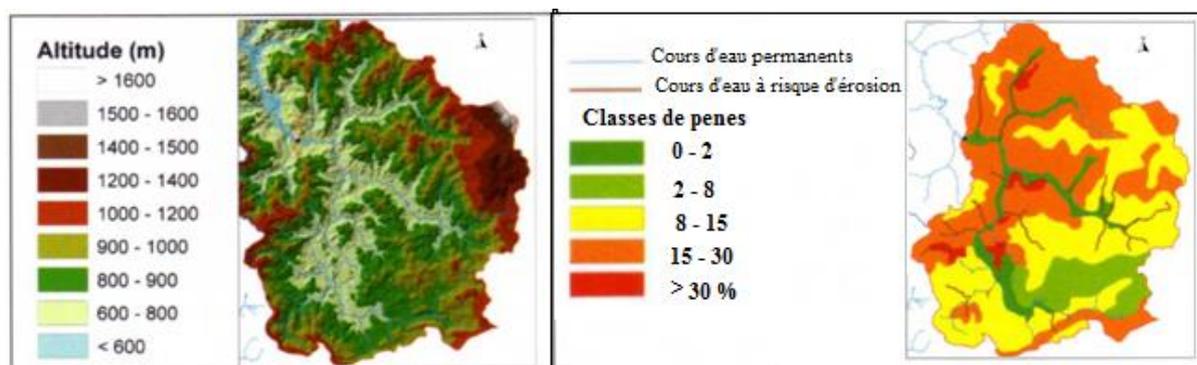


Fig21. Risque d'érosion selon la pente du terrain et la largeur des oueds (ANBT, 2003)

III.3.5.Pluviométrie

La pluviométrie est le facteur primaire à l'origine de l'érosion. L'analyse de la variabilité de la pluviométrie totale et de l'érosivité de la pluie montre que ce facteur est relativement peu variable dans la zone. En plus, la pluviométrie est plus importante dans les zones élevées couvertes de forêts, par suite elle a peu d'effets sur l'érosion.

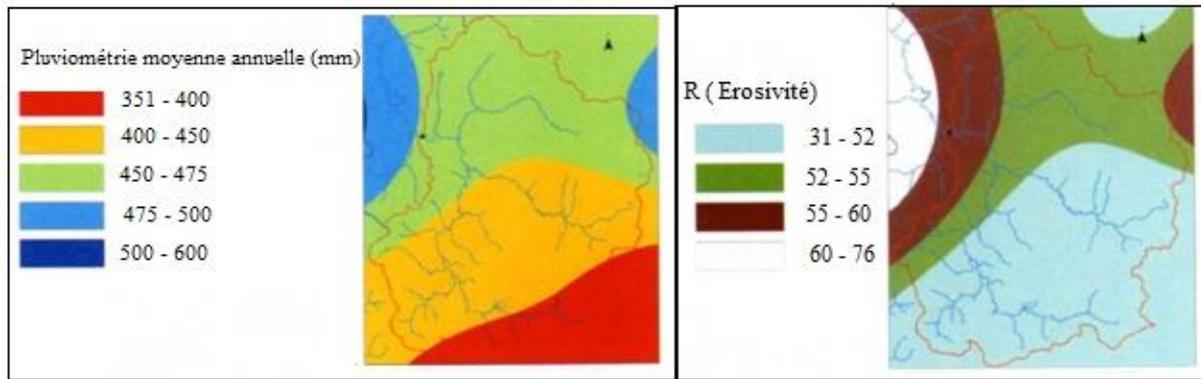


Fig. 22. Pluviométrie et érosivité de la pluie dans le bassin de Koudiet Rosfa (ANBT ,2003)

III.4. Pertes de sol selon la méthode RESUL

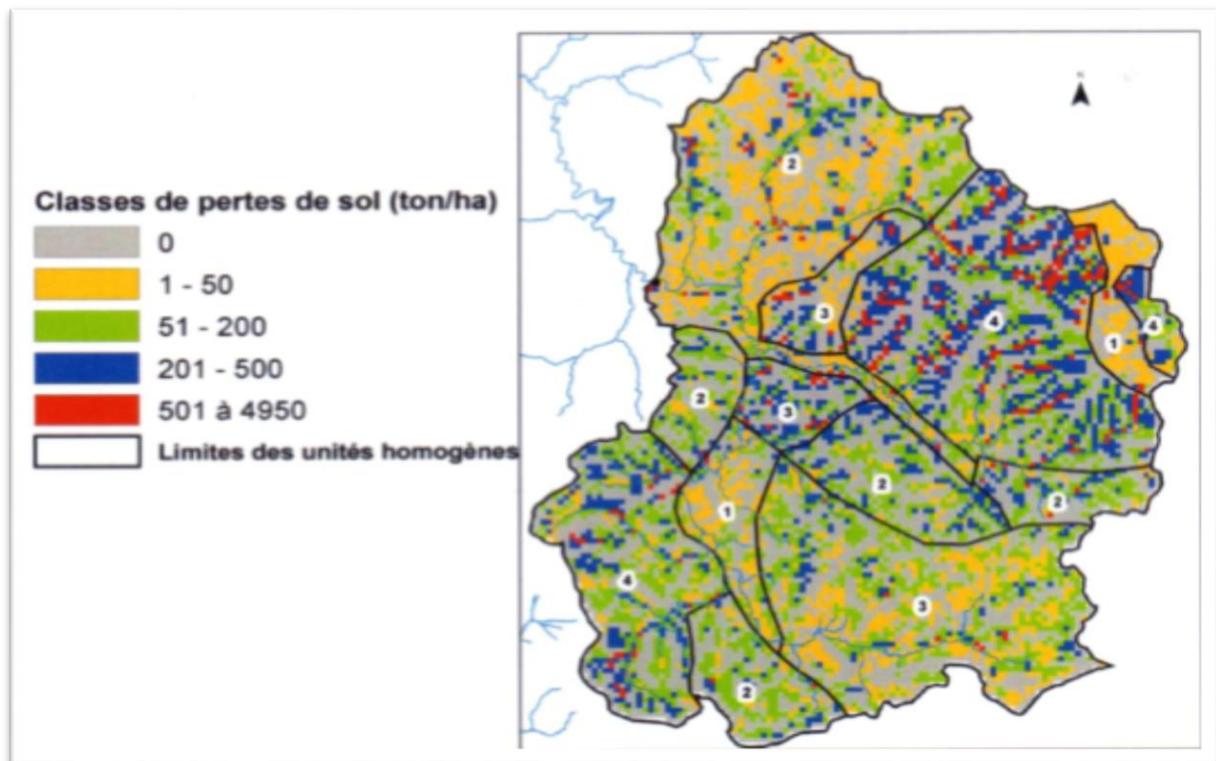


Fig23. Perte de Sol selon le modelé RUSLE (ANBT ,2003)

D'après la carte des pertes des sols selon la modelé RUSLE dans le bassin de Koudiet Rosfa dont la dispersion des pertes de sol est de 5 classes varie de 0 à 4950 ton /ha, répartir comme suite :

La plus forte vulnérabilité des sols entre 501 à 4950 ton /ha figuré en couleur rouge elle se localise à la partie centrale et le nord- Est du bassin. après là on trouve les teintes bleus de 201 à 500 ton / ha qui touche la partie Sud-Ouest, le Nord- Est et centre.

Ensuite les autre régions avec une faible vulnérabilité des pertes des sols moins de 201 ton/ha.

III.5. Proposition des méthodes antiérosives

III.5.1. Plantation D'OPUNTIA (figuier de Barbarie)

L'opuntia, ou figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica*), est un cactus originaire des régions arides et semi-arides du Mexique.

Cette espèce est très efficace pour protéger et restaurer les sols dégradés. En effet, l'opuntia est peu exigeant en élément nutritifs et, comme il peut être planté à de fortes densités, il freine efficacement le ruissellement de surface.

Par ailleurs, l'opuntia produit des fruits qui sont prisés sur le marché, générant ainsi une source de revenus pour les agriculteurs.



Fig24. Plantation d'opuntia (1) (ANBT, 2007)

Fig25. Plantation d'opuntia (2) (ANBT, 2007)

III.5.2 Reboisement

Le reboisement consiste à repeupler d'espèces arborées un site donné.

En plus de son intérêt économique pour la production de bois et l'aménagement paysager ou récréatif, le reboisement constitue une stratégie de lutte contre l'érosion.

Il a pour rôle essentiel d'augmenter la couverture protectrice des terres et ainsi de réduire l'impact des gouttes de pluies sur le sol de même que le ruissellement de surface.

Les travaux de reboisement sont habituellement réalisés sur des superficies importantes, comparativement aux plantations fruitières, de haies vives et de brise-vent qui sont davantage de type linéaire.



Fig26. Reboisement (ANBT, 2007)

La végétation joue un rôle essentiel dans la protection du sol. Elle exerce ainsi une protection mécanique, en diminuant la force puissante des eaux et en favorisant leur infiltration. Dans une forêt, les gouttes de pluie rencontrent d'abord le feuillage et les rameaux des cimes qui brisent leur force.

nous avons essayé de dresser un inventaire d'arbres forestiers et de plantation herbacées ou de végétaux ligneux de petites tailles pouvant convenir, comme moyen de reboisement ou de traitement des pentes des sols du bassin versant de Koudiet Rosfa, et de limiter au maximum le transport de sédiment.

Ces plantations sont les suivants :

- Le Pin d'Alep ou *Pinus halepensis* (Snouber en arabe) ;
- Le chêne vert ou *Quercus ilex* (Bellout, Kerrouche en arabe) ;
- Le Cèdre de l'atlas ou *Cedrus Atlantica* (Meddad en arabe) ;
- Le Genevrier rouge ou *Juniperus phoenicea* (Arar en arabe) ;
- Les Oléastres ou *Oléa Europea*, Oléaster (olivier sauvage (Zboudj en arabe) ;
- Les *Eucalyptus Occidentalis* ;
- Le figuier de Barbari ou *Opuntia Ficus Indica* (Kermous, Hindi en arabe) ;
- Le Caroubier, ou *ceratonia siliqua* (Kharroub en arabe) ;
- Le Jujubier sauvage ou *Ziziphus Lotus* (Sedra en arabe) ;
- Le Laurier rose oléandre (Defla, Illi, Elél en arabe) ;
- Le *Lugelium suita* (Barbon hérissé) (Hafa en arabe) ;
- *Stipa tenacissima* – alfa ;

- *Oryza pennisetoides* (Marerdja en arabe) ;
- *Ampelodesmos mauritanica* (Diss en arabe).

III.5.3. Plantation fruitière

La plantation fruitière doit être envisagée à la fois pour la production agricole et la conservation du sol. Sur le plan de la production, l'arboriculture représente une source de revenus non négligeable pour le paysan.

Dans le domaine de la conservation du sol, les arbres fruitiers rustiques, grâce à leurs profondes racines, fixent le sol sur les fortes pentes (Fig.27). Toutefois, au-delà de la partie couverte par le houppier, beaucoup d'espace reste exposé à l'impact des gouttes de pluie. Ceci est aussi valable pour la vigne (Fig.28). Par conséquent, les bonnes pratiques agricoles requièrent des espèces de graminées / herbacées comme couvre-sol.



Fig27. Plantation fruitière (ANBT, 2007)



Fig28. Vignoble récent constitué de banquettes étroites (ANBT ,2007)

III.5.4. Cordons de pierres

Les cordons de pierres (Fig.29) sont des alignements de pierres établis de façon à ralentir l'écoulement de l'eau sur de grandes surfaces relativement dénudées et sur des pentes faibles (<12%). Ils favorisent l'étalement de l'eau, évitent la formation de rigoles, favorise ainsi l'infiltration et le dépôt de sédiments. L'effet des cordons est d'autant plus marqué que le déficit saisonnier est prononcé et que l'aménagement s'accompagne de pratiques culturales améliorées.



Fig29. Cordons de pierres (ANBT, 2007).

III.5.5. Murettes

Les murettes ralentissent l'écoulement des eaux de ruissellement afin de favoriser leur infiltration. Elles servent généralement d'appui à des terrasses horizontales de largeur variable et aménagées en marches d'escalier successives (Fig.30).

Les terrasses peuvent être construites directement ou progressivement par des procédés faisant intervenir les façons culturales.

La construction progressive consiste à disposer des obstacles horizontaux appelés « Ligne d'arrêt de labours », puis à effectuer les labours en versant vers le bas à l'intérieur des bandes de culture ainsi délimitées. La pente du terrain diminue ainsi progressivement.



Fig. 30. Vue de murettes successives (ANBT, 2007).

III.5.6. Banquettes

Les banquettes ont pour but d'intercepter les eaux de ruissellement sur les versants afin de réduire l'érosion des sols. Elles contribuent à améliorer l'infiltration, accroître la couverture végétale, et ainsi protéger le sol contre l'érosion (Fig.31).

En Algérie, par le passé, les banquettes ont été appliquées sur les terres privées sans le consentement des propriétaires ou ayant droits. Si pour des motifs d'intérêt général, ces techniques doivent y être proposées aujourd'hui, il est conseillé de les introduire graduellement et de prévoir une sensibilisation suffisante.

En Algérie, les banquettes ont été généralisées en deux versions: banquettes d'infiltration et banquettes de diversion.

Les banquettes d'infiltration ont pour rôle de provoquer l'infiltration totale. Elles ne conviennent que sur des sols perméables avec une pluviométrie inférieure à 750 mm / an.

Les banquettes de diversion ont pour rôle, après avoir brisé la force vive du ruissellement, d'infiltrer une partie de l'eau interceptée et d'évacuer la partie excédentaire.



Fig31. Banquettes (Algérie ANBT 2007).

III.5.7. Seuil

Les seuils sont utilisés afin de réduire la vitesse du ruissellement à des taux non érosifs. Ils sont recommandés pour diminuer le ravinement ainsi que pour la correction torrentielle. Ce sont des ouvrages de petites envergures construits perpendiculairement au sens d'écoulement de l'eau dans des zones de fortes dénivelées.

Ils peuvent être faits en gabions (Fig.32) ou en pierres sèches, en grillage métallique (Fig. 33), en pneus usés (Fig. 34), ou en sacs de plastique (Fig. 35) et autre matériel.



Fig32. Seuil en gabions (Algérie ANBT 2007).



Fig33. Seuil en grillage métallique (ANBT 2007).



Fig34. Seuil en pneus usés (Algérie ANBT 2007).



Fig35. Seuil en sacs de plastique (Algérie ANBT 2007)



Fig36. Seuil en gabions (Algérie ANBT 2007)

III.5.8. Les seuils en pneus usés sont constitués de pneus de récupération de diamètre identique en piles contiguës, fortement attachés les uns aux autres, soutenus par des jambes de

force et remplis de terre. Ils ne doivent pas excéder 1 m de hauteur sous cuvette (une pile de quatre ou cinq pneus de 1 m de diamètre par exemple). L'ouvrage doit avoir un léger fruit amont, en le construisant en marche d'escalier, chaque pile de pneus étant légèrement décalée de quelques cm par rapport à la couche sous-jacente.). Le déversoir a une forme rectangulaire (Fig. 37et 38).

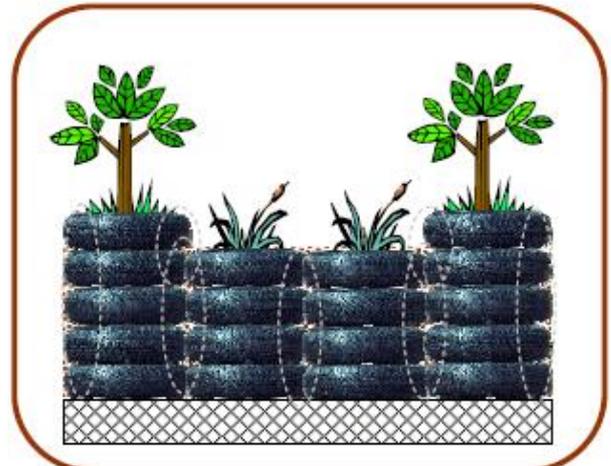
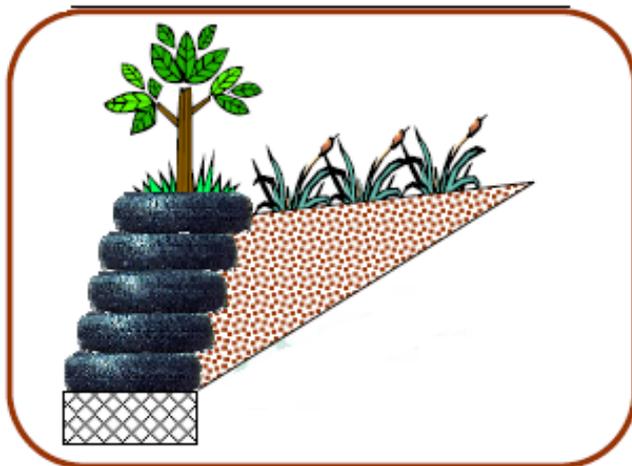


Fig37. Seuil en pneus 1(Arabi et al, 2003)

Fig38. Seuil en pneus 2(Arabi et al, 2003)

III.5.9. Les seuils en sac de plastique sont constitués de sacs de plastique renforcé de 50 kg remplis de tout-venant de rivière, disposés dans le sens du courant sur toute la largeur de la ravine, déposés les uns sur les autres formant un mur de rangées successives. Ils ne doivent pas excéder 1 m de hauteur sous cuvette (soit quatre rangées successives de sacs de 50 kg par exemple). On donne au seuil un léger fruit amont en le construisant en escalier, chaque rangée de sacs étant décalée d'une dizaine de cm par rapport à la rangée inférieure. On prendra toutes les précautions nécessaires pour éviter les risques d'affouillement. Le déversoir a une forme rectangulaire (Fig.39).



Fig39. Seuil en sacs de plastique (Algérie ANBT 2007)

III.5. 10. Drains et exutoires

- Le drainage est une technique englobant tous les travaux ayant pour objet l'évacuation intensive dans des délais courts de l'eau de saturation du sol. Les drains (ou fossés) recueillent les eaux excédentaires des terres (Fig.40) et les conduisent aux exutoires.

Les exutoires se déversent à leur tour dans les cours d'eau.

- Les chutes (Fig.41) et les coursiers (Fig.42) sont très utilisés dans l'aménagement des bouts de ravins des cours d'eau principaux et secondaires lorsque l'érosion est très active et que les pertes en sols dans l'avancée du ravin sont importantes (éboulement en masse). Les chutes sont conçues pour arrêter l'avancée du bout du ravin dans le réseau d'écoulement. Les coursiers sont utilisés pour protéger les versants supportant des voies de communication et traversés par de petits cours d'eau.



Fig40. Drain (Algérie ANBT 2007)



Fig41. Chute (Algérie ANBT 2007) Fig42. Coursier (Algérie ANBT 2007)

III.5. 11. Protection des berges

III.5. 11. 1. Les digues longitudinales non submersibles et submersibles, les épis

- La protection des berges affectées par l'érosion ou le début de sapement peut se faire par des digues longitudinales (Fig. 43et 44) et des épis (Fig.45). Ce sont des ouvrages adaptés pour des situations où la vitesse d'écoulement des eaux est assez forte et où l'équilibre des talus est menacé.



Fig43. Digue non submersible (Algérie ANBT 2007).

- Les digues submersibles constituent de très bons pièges à sédiments et évoluent dans le temps pour la reconstitution des rives. Elles servent aussi à recalibrer les cours d'eau.



Fig44. Digue submersible (Algérie ANBT 2007).

-Les épis sont des ouvrages transversaux ayant pour objectif la déviation de la ligne d'eau et la concentration du courant au milieu du lit de l'oued. Ils permettent la protection des berges en évitant leur sapement dans les sinuosités. Ils sont souvent associés à des digues longitudinales submersibles ou non en période de crues, afin de protéger les talus et de permettre les dépôts d'éléments en suspension derrière. Une végétation spontanée ou artificielle peut s'installer et stabiliser définitivement l'épi et la rive.



Fig45. Épi (Algérie ANBT 2007)

III.5.12. Seuil de correction torrentielle

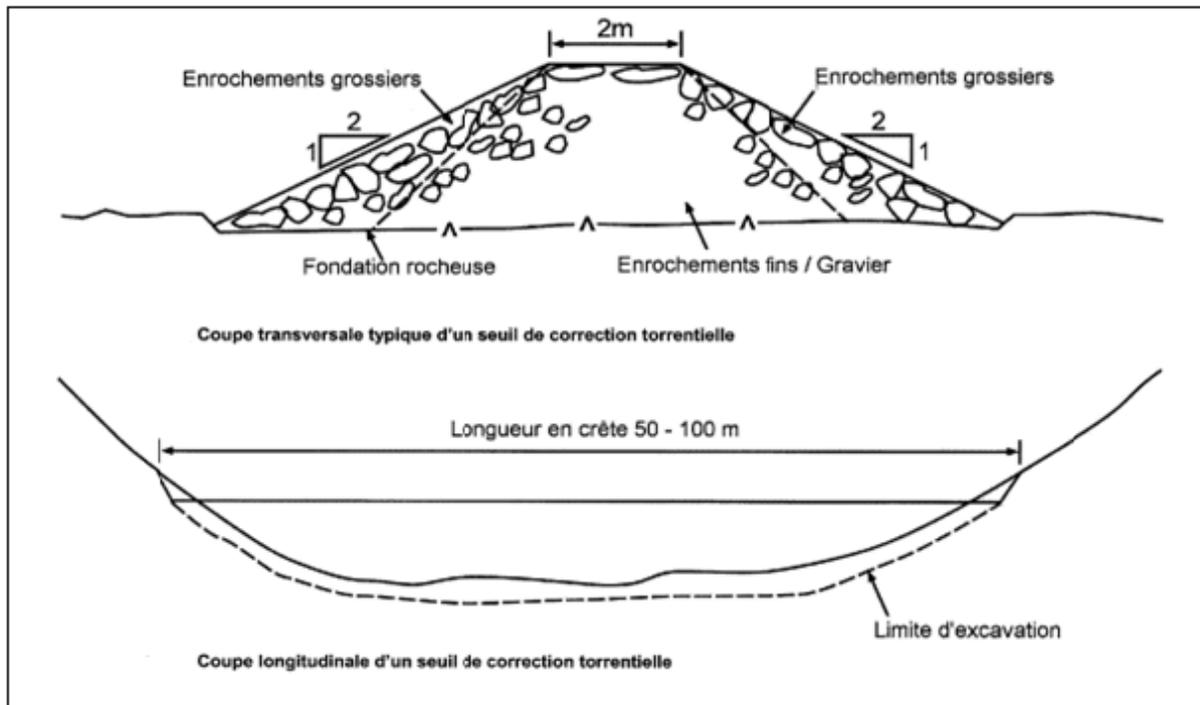


Fig46. Seuils de correction torrentielle

Les seuils de correction doivent être construits par la main d'œuvre locale, à l'aide du financement et du support technique fournis par gouvernement algérien. Chaque seuil de correction comprendrait entre 500 et 1000 m³ de matériaux – roche et sol- qui sera extraits sur place et la longueur en crête entre 50 -100 m.

III.5.13. Retenues collinaires

Les retenues collinaires sont de petits ouvrages, généralement en terre, qui recueillent les eaux de ruissellement de bassins versants dont la superficie varie de quelques hectares à quelques km² et qui ont une capacité de 0,5 à 3 millions m³ (Fig. 47).

- Protection contre les crues et contre la dégradation d'infrastructures situées en aval (villages, routes, etc.).
- Approvisionnement en eau potable (populations, cheptel).
- Approvisionnement en eau pour l'industrie.
- Irrigation des terres agricoles et amélioration des activités de production (vergers, culture maraîchère, élevage, etc.).
- Création d'activités économiques nouvelles (pêche, activités récréatives, tourisme, résidences secondaires).
- Recharge des nappes phréatiques.

- Amélioration de l'environnement (dissémination de points d'eau dans le paysage, milieu propice pour la faune/flore).

·Implantés dans des environnements fragiles et à faible activité économique, les retenues collinaires sont des aménagements très innovants, susceptibles de transformer profondément les systèmes de production agricoles traditionnels, de même que de changer les comportements sociaux face à l'eau, une ressource naturelle rare et vitale.



Fig47. Retenue collinaire (Algérie ANBT 2007)

III.5.14. Protection des abords routiers

La protection des abords routiers est appliquée dans l'emprise des routes pour assurer la fonctionnalité et la pérennité des ouvrages. Les mesures de protection visent également à réduire la quantité de sédiments atteignant les cours d'eau. Dans certains cas, celles-ci visent à contrôler les glissements du terrain résultant de l'instabilité du sol. D'autres mesures permettent de réduire l'érosion superficielle en gérant la vitesse du ruissellement ou en protégeant le sol contre l'arrachement. Sans être exhaustive, la liste des mesures de protection pour les abords routiers comprend les suivantes :

- ✓ mur de gabions;
- ✓ fossé d'interception;
- ✓ fossé côté versant - déblai;
- ✓ fossé côté plaine - remblai ;
- ✓ chute d'évacuation;
- ✓ revêtement des fossés;
- ✓ buse d'évacuation;

- ✓ recouvrement aux extrémités de ponceau;
- ✓ ouvrage de capture de sédiments;
- ✓ revégétalisation.



Fig48. Protection des abords d'une route par un fossé et des murs de gabions (Algérie ANBT 2007).

III.5.15. Les travaux d'aménagement Antiérosif dans le bassin versant du barrage de Koudiet Rosfa.

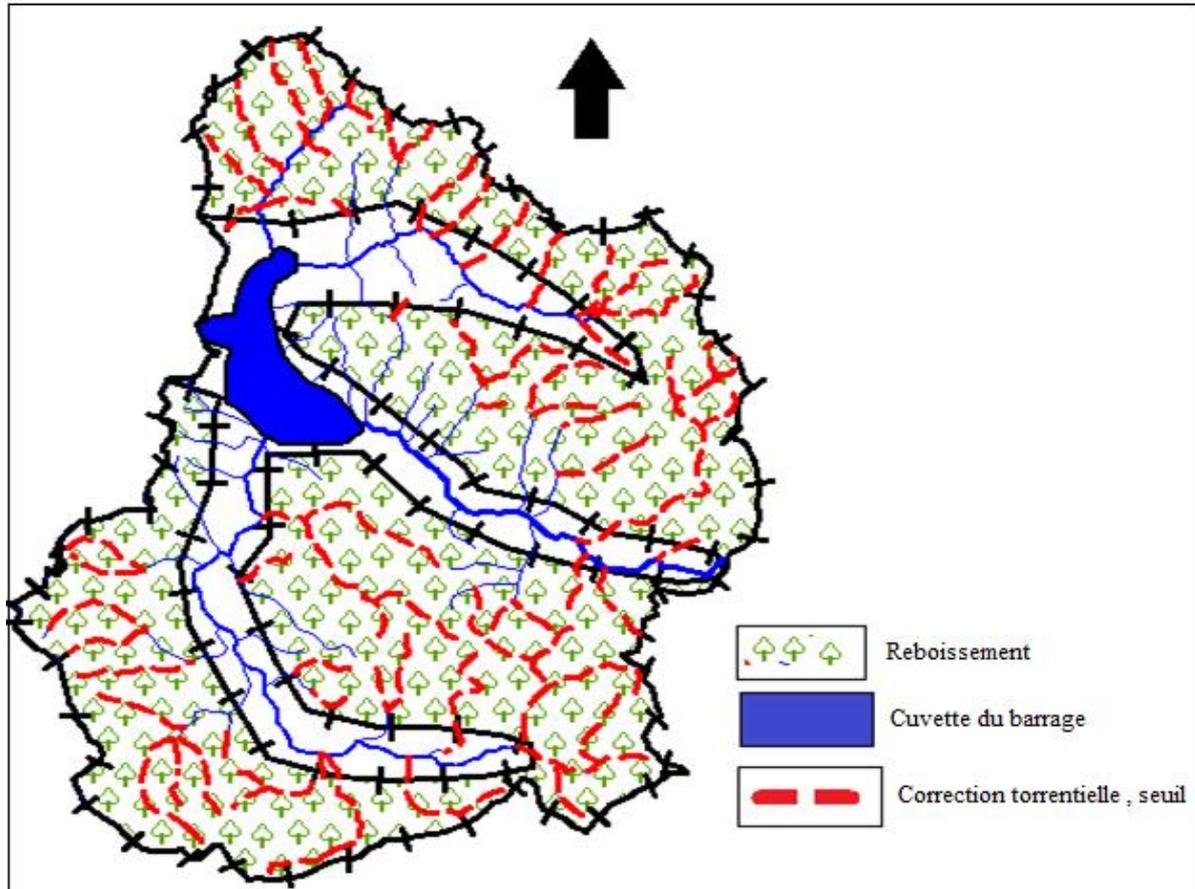


Fig49. Les travaux d'aménagement Antiérosive dans le bassin versant du barrage de Koudiet Rosfa.

D'après la carte des travaux d'aménagement antiérosive dans le bassin versant de Koudiet Rosfa nous avons proposé les méthodes qui peuvent être utilisées en pratique dans le terrain comme le reboisement, la plantation fruitière et des arbres conservés par des banquettes ; et l'aménagement des oueds par correction torrentielle, des murettes, différents types de seuils (sac

plastique, métallique, gabions, pneus usés et coursier

Conclusion :

Le résultat obtenu lors de traitement des données disponibles, montre que le milieu d'étude joue un rôle indispensable dans l'accélération ou la réduction de phénomène de l'érosion :

- ✓ La pente de plus fort pourcentage accélère le phénomène de ruissèlement.
- ✓ Le types et la structure de sol est un facteur déterminant de la vulnérabilité d'une région à l'érosion.
- ✓ Le climat aussi définit l'intensité de l'erosibilité par le biais des quantités des retombées atmosphériques, et ses fréquences au cour de l'année.

A partir des caractéristiques hydriques et géomorphologiques de sous bassin de Koudiet Rosfa on a pu de ressortir les méthodes adéquates et les plus fiables pour diminuer le plus possible les pertes des sols agricoles et éliminer l'envasement de barrage indiqué, du cout le moins cher qui prend le minimum des mains d'ouvres.

Parmi les meilleur méthodes : Le gabionnage, les seuils de sac en plastiques ou en pneu usé, la murette.

Conclusion

Conclusion Générale

Ce travail avait pour l'objectif de faire une approche des luttes pour diminuer les dommages d'érosion dans le but de constituer une base de données susceptible de servir à l'étude de protection du barrage de Koudiet Rosfa contre le phénomène de l'envasement. Ce dernier étant destiné pour développer l'irrigation

En somme, l'érosion hydrique au niveau du bassin de Koudiet Rosfa est favorisée par la densité de drainage et limitée par la couverture végétale en revanche. Pour remédier à ce phénomène, la couverture végétale se présente comme l'élément incontournable dans la lutte contre l'érosion.

-la définition d'une stratégie de lutte anti érosive en vue de l'accroissement de la durée de vie des aménagements hydrauliques et la sauvegarde des ressources en sols.

-nous fournirons ainsi , aux décideurs un outil de base pour remédier au problème de l'érosion à l'échelle du bassin versant de manière très efficace en matière d'aménagement à l'amont du barrage en vue de sa protection contre l'envasement.

Les caractéristiques climatiques, morphométriques et morphologiques diffèrent d'une région à une autre ou d'un bassin à un autre. Les caractéristiques morphométriques des bassins changent aussi au cours des années, on sait par exemple que le couvert végétal se développe et se conserve ou non en fonction de la pluviosité. Tous ces paramètres font que les modèles diffèrent d'une région à une autre. Tout cela nous conduit à penser que la détermination exacte des pondérations des différents facteurs de l'érosion des sols est encore un objet de discussion qui varie suivant la taille du site étudié, selon le nombre de facteurs retenus et selon le type du processus d'érosion considérée.

Arrivés au terme de notre étude, nous pensons avoir fourni une étude synthétique de l'érosion en prenant en compte le maximum de l'information disponible. Toutefois, nous ne prétendons pas avoir ramené tous les éléments de réponse à la complexité du problème posé.

L'étude à globale en premier commencer par définition d'érosion et située les types, les causes et les conséquences en suite on parler à l'historique des stratégies intérosives suivie préalable l'ensemble des paramètres hydrologique, hydrogéologique, géologique et le coté sociaux culturel et les caractéristiques de barrage de Koudiet Rosfa. Ce –ci à permis des luttes antiérosives pour diminuer et réduire ce phénomène

Conclusion générale

A la fin, l'étude de l'érosion hydrique en proposons des méthodes pour utilisant on terrain pour protection le bassin versant contre l'érosion et le barrage à phénomène de l'envasement .

Références bibliographiques

SHABBAN.A, KHAWLIE.M, 1998 : Geoenvironmental assessment of Riparian zones under extreme climatic events: a case study of representative rivers in Lebanon. Mediterranean rivers and riparian zones-processes and management symposium, Zaragosa, Spain, 21 September-2 October, 1998, 25p.

CHEVALIER.J.J,POULIOT.J, THOMSON.K, BOUSSEMA.M-R, 1995 : Système d'aide à la planification pour la conservation des eaux et des sols (Tunisie). Système d'information géographique utilisant les données de télédétection. Act du colloque scientifique international, Hammamet. Tunisie,1-2 Novembre1994,4-12

CELIK .I, AYDINE.M, YAZICI.U, 1996: A review of the erosion control studies during the republic in Turkey. In Kapur.S, Akça.E, Eswaran.H, Kelling.G, Vita-Finzi, Mermut A-R, Ocal A-D, editor 1st international conference on land degradation, Adan.Turky.10-14 june1996,175-18.

CHEBBANLR,DJELIL.K, ROOSE.E, 1999 : Etude des risques d'érosion dans le bassin Versant Isser, Algérie. Bulletin Réseau Erosion 19 : 85-95.

GRECO, 1966 : L'érosion, la défense et la restauration des sols, le reboisement en Algérie. MARA. Alger.

DUTIL, 1984 : L'érosion en grande culture, revue technique des agriculteurs dynamique, N°169,France.

ROOSE, 1994 : Introduction à la GCES. Bulletin pédologique FAO.76,420 p

LUDIWG,1992 : - L'érosion par ruissellement concentré des terres cultivées du nord du Bassin parisien : analyse de la variabilité des symptômes d'érosion à l'échelle du bassin versant élémentaire. Thèse de doctorat, université de Strasbourg I, 201 p

Laouina A., Nafaa R., Chaker M., 2000. Gestion des eaux et des terres et dégradation dans les collines de ksar el kebir, Maroc. Bulletin Réseau Erosion. 19.p18.

Chebbani R., Djilli K., Roose E., 1999. Étude des risques d'érosion dans le bassin versant de l'Isser. Algérie. Bulletin Réseau Erosion. 19.85-95.

ROOSE E. et al, (1998). « L'érosion, quarante ans de recherches multidisciplinaires » in *Spécial érosion* n°56, ORSTOM, pp 6-7.

FOA, 1990 : Conservation des sols et des eaux dans les zones semi-arides Bulletin.

Remy, J.C., Le bissonnais, Y., 1998. Comparaison des phénomènes d'érosion entre le nord et le sud de l'Europe : ampleur des problèmes et nature des mécanismes. Bulletin réseau érosion 18, 15 – 32 .

Ruiz Figueroa, J.F., 1983 . Effect of various type of cover on soil detachment by rainfall. Les processus géomorphologiques: Colloque Benelux, 3., Liege(BE), 1983/09/12-170.

Young, R.A, and J.L. Weirsmas. 1973 . The role of rainfall impact in soil detachment and transport . Water Resour. Res. 9(6):1629-1636.

Tableau 3: La pluviométrie entre 2005 et 2016

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	TOTAL
2005	27,9	25,8	2,8	1,8	0,0	10,1	0,0	0,0	17,6	22,7	33,7	31,2	173,6
2006	21,4	69,6	9,9	5,6	27,3	2,8	9,5	7,8	28,3	0,3	0	21,9	204,4
2007	15,7	31,5	36,7	37,1	5,9	1,5	2,9	0	19,4	39,2	73,5	7,01	270,4
2008	27,1	32	37	6,9	49,4	5,3	12	0	17,2	38,6	40,6	60,2	326,3
2009	51,5	23,4	37,1	49,5	12,5	0	0	0	43,5	7	11,2	49,4	285,1
2010	52,1	78,9	41,6	16,3	6,4	0	0	43,3	0,6	32,8	56,6	26	354,6
2011	36,7	73,6	33,5	19,2	55,3	20,1	2,5	0	0,9	26,8	90,2	13,5	372,3
2012	14,7	53,5	47,5	99	6	4	0	0	0,2	50,4	93,9	9	378,2
2013	76,2	67,5	66	55,8	45,7	0	0	17,3	19,6	0	36,8	55,7	440,6
2014	84,4	29,7	86,1	1,8	7	22,5	0	0	37,8	25,9	69	55,5	419,7
2015	30,2	136,2	8,1	0	4,3	5	0	8,7	15,6	24,9	21,2	0	254,2
2016	25,6	67,7	105,1	44,4	16,9	0	0	0	4,6	9,2	25,8	42	341,3
Max	84,4	136,2	105,1	99,0	55,3	22,5	12,0	43,3	43,5	50,4	93,9	60,2	440,6
Min	14,7	23,4	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	173,6
Moyenne	38,6	57,5	42,6	28,1	19,7	5,9	2,2	6,4	17,1	23,2	46,0	31,0	327,8
Ecart type	22,85	32,4	30,74	30,069	19,74	7,792	4,14	12,85	14,27	16,15	30,54	21,23	82,6

Tableau 4 : Températures moyennes mensuelles.

Nom station climatologique	sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Moyenne
Thniet el had	19 ,65	14,75	8,95	6,00	4,70	5,75	8,50	11,25	15,20	20,25	23,75	24,15	13,58
Boucaid	22,30	16,75	10,90	7,65	7,25	8,05	9,85	12,55	17,20	21,85	26,55	27,15	15,67
Khemistti	22 ,05	16,15	10,75	6,80	5,85	7,25	9,50	12,30	16,80	22,00	26,65	26,70	15,23
Tissemsilt	21,00	15,05	9,90	6,00	5,75	6,45	8,70	11,15	15,60	20,45	25,85	25,30	14,27