

SOMMAIRE

Page

PROBLÉMATIQUE	1
INTRODUCTION GÉNÉRALE	4
PREMIÈRE PARTIE : Aspects Bibliographiques et Théoriques	
CHAPITRE I : Érosion, définition et facteurs de risques	6
I-1 : DEFINITION DE L'EROSION	6
I.2. TYPOLOGIE DE L'EROSION	7
<i>I.2.1. L'érosion mécanique sèche</i>	7
<i>I.2.2. L'érosion hydrique</i>	7
I.2.2.1. L'érosion en nappe (Sheet erosion)	8
I.2.2.2.1. L'érosion en griffe et en rigoles	8
I.2.2.2.2- Le ravinement.....	8
I.2.2.3 L'érosion éolienne	10
I.3. LES FACTEURS DE RISQUE DE L'EROSION HYDRIQUE	11
<i>I.3.1. Le climat</i>	11
<i>I.3.2 La pente</i>	12
<i>I.3.3. Le rôle de la végétation</i>	14
<i>I.3.4. Les facteurs liés à l'homme</i>	14
I.4. MECANISME DE L'EROSION HYDRIQUE	15
<i>I.4.1 Erosion splash</i>	15
<i>I.4.2. Le ruissellement</i>	16
<i>I.4.3 L'infiltration</i>	16
I.5. CAUSE ET CONSEQUENCES DE L'EROSION HYDRIQUE	17
<i>I.5.1 Au niveau du sol</i>	17
<i>I.5.2 Influence sur la régime des eaux</i>	17
<i>I.5.3 La dégradation des routes et des talus</i>	17
I.6. LES FACTEURS CONDITIONNANT L'EROSION HYDRIQUE	18
<i>I.6.1 L'érodibilité des sols (K)</i>	18
I.6.1.1. La texture	18
I.6.1.2. La stabilité structurale	19
I.6.1.3. La matière organique.....	19
<i>I.6.2. Erosivité des pluies</i>	20
I.6.2.1 L'intensité, la durée et la fréquence des pluies	20
I.6.2.2. La hauteur des pluies.....	21
I.7. INTEGRATION DES FACTEURS DE L'EROSION HYDRIQUE	21
I.7.1. Equation universelles des pertes de sol	21
CHAPITRE II : Conservation de l'eau et du sol et stratégie d'aménagement	
II.1. LA NOTION DE CONSERVATION DE L'EAU ET DU SOL	24
II.2. LES TECHNIQUES DE CONSERVATION DE L'EAU ET DES SOLS	24

II.2.1 Evolution historique des techniques de conservation des soles	.....25
II.2.2. les techniques traditionnelles de conservation des soles	.....27
II.2.2.1 <i>Les rampes de pailles</i>	.....27
II.2.2.2. <i>Le paillage</i>	.....27
II.2.2.3. <i>Le buttage et le billonnage</i>	.....28
II.2.2.4. <i>Les cordons en pierres</i>	.....28
II.2.2.5. <i>Les cultures associées</i>	.....28
II.2.2.6 <i>Les murettes</i>	.....29
II.2.2.7. <i>Les terrasses</i>	.....29
II.2.2.8 <i>L'apport de matière organique</i>	.....29
II.2.2.9. <i>Les talus</i>	.....30
II.2.3. Les stratégies modernes d'aménagement des bassins versants	.....30
II.2.3.1. <i>La restauration des terrains en montagne (RTM)</i>	.....30
II. 2.3.2 <i>La conservation de l'eau et du sol (CES)</i>	.....30
II.2. 3.3 <i>Défense et restauration des sols (DRS)</i>	.....31
II. 2.3.4. <i>La gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES)</i>	.....31
II.2.4- Les aménagements appliqués actuellement dans les bassins versants algériens	.....32
II.2.4.1 <i>les gabions</i>	.....33
II.2.4.2. <i>les seuils en pierres sèches</i>	.....33
II.2.4.3 <i>Aménagement pastoraux</i>	.....34
DEUXIÈME PARTIE : Présentation Du Milieu Naturel	.....36
CHAPITRE I: Situation géographique de la zone d'étude	.....36
I.1. ETUDE DE BASSIN VERSANT D'AIN SEFRA	.....39
I.2. CARACTERISATIQUES DU BASSIN VERSANT D'AIN SEFRA	.....39
Caractéristiques morfo métriques	.....39
A – <i>Superficie</i>	.....39
B- <i>Périmètre</i>	.....40
C- <i>La forme</i>	.....40
C.1. L'indice de compacité de Gravelius (Kc)	.....40
C.2. Le rectangle équivalent	.....41
CHAPITRE II : Etude du milieu naturel	.....43
II.1.Type de sol et le couvert végétal	.....43
II.2. Le Relief	.....44
II.3. ASPECTS HYDROLOGIQUES	.....46
II.4. ASPECT PEDOLOGIQUES	.....49
II.5. ASPECTS GEOLOGIQUES	.....50
II.6. LA VEGETATION	.....51
II.6.1- <i>Steppes à alfa (Stipa tenacissima)</i>	.....51
II.6.2. <i>Steppe à armoise blanche : Chih (Artemisia herba alba)</i>	.....52
II.6.3. <i>Steppe à spart (Lygeum spartum)</i>	.....52
II.6.4. <i>Steppe à halophytes</i>	.....52

II.6.5. Steppe à psammophites.....	53
CHAPITRE III : Ambiance Climatique.....	54
III.1 : LE CLIMAT.....	54
III.1.1- les précipitations	55
<i>III.1.1.1- Régime mensuel des précipitations</i>	<i>56</i>
<i>III.1.1.2- Irrégularité des pluies</i>	<i>56</i>
<i>III.1.1.3- Distribution annuelle des pluies</i>	<i>57</i>
<i>III.1.1.4. Variation saisonnière du régime pluviométrique</i>	<i>58</i>
<i>III.1.1.5. Distribution mensuelle des pluies</i>	<i>59</i>
<i>III.1.1.6. Intensités de courtes durées</i>	<i>59</i>
<i>III.1.1.7.Apports liquides</i>	<i>60</i>
III.1.1.7.1 Estimation par rapport à un bassin de référence	61
III.1.1.7.2. Répartition mensuelle de l'écoulement	62
<i>III.1.1.8. Etude des crues</i>	<i>62</i>
III.1. 2. Les températures	64
III.1.3. Autre facteurs climatiques	67
<i>III.1.3.1 – Les vents</i>	<i>67</i>
<i>III.1.3.2 -Les gelées</i>	<i>68</i>
<i>III.1.3.3- Grêles et Neiges</i>	<i>68</i>
<i>III.1.3. 4 – Evapotranspiration(ETP)</i>	<i>68</i>
III.1.4- Synthèse climatique	69
<i>III.1.4.1- Le diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN</i>	<i>69</i>
<i>III.1.4.2. Indice d'aridité de DE Martonne.....</i>	<i>70</i>
<i>III.1.4.3- Indice pluviothermique d'Emberger (1955)</i>	<i>71</i>
Conclusion	73
CHAPITRE IV : Activité Economique.....	74
IV.1– ASPECTS SOCIO –ECONOMIQUE.....	74
<i>IV.1.1. Population.....</i>	<i>75</i>
<i>IV.1.2. Historique de peuplement</i>	<i>75</i>
<i>IV.1.3. Evolution de la population</i>	<i>78</i>
IV.2 -ACTIVITES ECONOMIQUE : L'agriculture et l'agropastoralisme.....	81
IV.2.1-AGRICULTURE.....	81
<i>IV.2.1.1-Surface Agricole Utile (SAU)</i>	<i>81</i>
<i>IV.2.1.2. Mise en valeur des terres par l'Accession à la Propriété Foncière Agricole (A.P.F.A)</i>	<i>84</i>
<i>IV.2.1.3. Mise à niveau des exploitations agricoles</i>	<i>84</i>
IV.2.2-L'ELEVAGE	85
IV.2.3- FORET	87
TROISIÈME PARTIE : Méthodologie Et Résultats	91
CHAPITRE I: Méthodologie de travail	92
I.1-LA VEGETATION	92
I.2- LES TRAVAUX ANTI EROSIFS APPLIQUES ACTUELLEMENT DANS LES BASSINS VERSANTS ALGERIENS	93
❖ <i>Procédés mécanique.....</i>	<i>94</i>

❖ <i>Procédés biologiques</i>	95
Fixation des sédiments et revégétalisation	95
1/-INVENTAIRE DES TECHNIQUES	95
2/-ANALYSE ET L'EVALUATION	96
2.1-Diagnostique et prospection des aménagements	96
2.1.1-Critères biologiques	96
A/-Critères physiques ou techniques	96
B/-Critères biologiques	97
2.1.2-Critères économiques	97
2.1.3-Critères sociaux	98
CHAPITRE II: Résultats, interprétations	99
II/-INVENTAIRE DES AMENEGEMENTS	99
II.1-Classement des aménagements par type et par lieu	99
II.2-Les aménagements réalisés dans le bassin versant étudié	100
II.2.1.Correction mécanique	100
II.2.2.Aménagement biologique réalisés aux bassins versants	100
II.2.3.résultat des enquêtes et prospections	101
II.2.3.6-La pression animale	101
II.2.3.7-La pression humaine	102
II.2.3.8-L'occupation du sol	102
II.2.3.9-Récapitulation des caractéristiques par type d'aménagement obtenu à partir des prospections de terrain	104
II.3.Technique de lutte contre les inondations	109
II.3.1.Techniques de stockage et de gestion de l'eau	109
II.3.2.Techniques culturelles de CES	111
CHAPITRE III: Discussion	115
Discussion	115
III.1. Objectif principal de réalisation des ouvrages	115
III.2. L'étude préalable sur les aménagements	115
III.3.La durée des aménagements	116
III.4. Conception et confection des seuils	117
III.4.1. Matériaux de construction des seuils	117
III.4.2. Aspects techniques	118
III.4.2.1. L'ancrage des aménagements	118
III.4.2.2. Les déversoirs	119
III.4.2.3 Dimension technique	119
III.4.2.4 Fondation des seuils	120
III.5. L'implantation des seuils	120
III.6. Entretien et suivi des aménagements	121
III.7. Le coût et efficacité de l'aménagement	122
III.8. Impact des aménagements	123
CONCLUSION GÉNÉRALE	124
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	127
ANNEXES	132

Résumé :

Malgré les lourds investissements que l'état Algérien a consentis pour la protection des bassins versants contre l'érosion hydrique dans les zones arides, les sols continuent de se dégrader.

L'étude et l'analyse des techniques de conservation des eaux et du sol s dans la zone aride d'Ain sefra basé essentiellement sur les aménagements mécaniques (seuils en gabion et en pierre sèche et retenus collinaires) et des aménagements biologiques (reboisement, plantation rustique et fixation des berges et des dunes). L'examen de l'état de ces aménagements montre que les techniques de conservation de l'eau et du sol caractérisent par des lacunes (une réalisation sans étude préalable, pas de détermination des zones de priorité d'intervention, une partie des seuils ne jouent pas leur rôle en raison de leur implantation dans les ravines non actives, le manque de suivi et d'entretien par l'absence de sensibilisation des sociétés rurales).

Il est donc nécessaire actuellement de privilégier les méthodes de conservation de l'eau et du sol dans l'entretien et la pérennisation de la plupart des aménagements surtout les mieux adaptées aux conditions agro écologiques et aux caractéristiques socio-économiques de la région d'Ain Sefra.

Mots clés : CES, érosion, Ain Sefra , Zone aride.

Summary:

Despite the heavy investment that the Algerian state has made to the watershed protection against water erosion in arid, soils continue to deteriorate.

The study and analysis techniques for water conservation and soil in the arid Ain Sefra based mainly on the mechanical arrangements (thresholds gabion and dry stone hillside and retained) and biological development (reforestation, plantation rustic setting banks and dunes). The review of the status of these developments shows that the techniques of water conservation and soil characterized by gaps (an achievement without precedent study, no determination of the priority areas of intervention, some of the thresholds do play their role because of their presence in non-active gullies, lack of monitoring and maintenance by the lack of awareness of rural societies).

It is therefore necessary now to focus on methods of conserving water and soil in the maintenance and perpetuation of most of the amenities best suited to the particular agro-ecological conditions and socio-economic characteristics of the region of Ain Sefra.

Keywords: Water conservation and soil, erosion, Ain Sefra, arid area.

ملخص:

على الرغم من الاستثمارات الضخمة التي بذلت الدولة الجزائرية لحماية مستجمعات المياه من التعرية المائية في المناطق القاحلة، والتربة تستمر في التدهور.

أساليب الدراسة والتحليل من أجل المحافظة على المياه والتربة في المناطق القاحلة بالعين الصفراء تقوم أساسا على الترتيبات الميكانيكية (عتبات التراب والحجارة والتلال الجافة المحتجرة) والتنمية البيولوجي (إعادة التشجير ، مزرعة الإعداد الريفي و تمتين أطراف الأودية والكثبان). استعراضا لحالة هذه التطورات تظهر أن تقنيات الحفاظ على المياه والتربة التي تتميز بثغرات (إنجازا دون دراسة سابقة ، عدم تحديد المجالات ذات الأولوية للتدخل، وبعض من عتبات لا تلعب دورها بسبب وجودها في الأخاديد غير النشطة ، وانعدام المراقبة والصيانة لعدم وجود الوعي في المجتمعات الريفية).

ولذلك فمن الضروري الآن التركيز على أساليب المحافظة على المياه والتربة في صيانة وإدامة لمعظم المرافق و استعمال الأساليب الأنسب للظروف الزراعية الايكولوجية والاجتماعية والاقتصادية وخصائص منطقة العين الصفراء.

الكلمات الرئيسية: المحافظة على المياه والتربة ، تآكل، عين الصفراء، المنطقة القاحلة.



PROBLÉMATIQUE

PROBLÉMATIQUE

Les pertes en sols des terres, leur transport et sédimentation dans les infrastructures hydrauliques, hydro-agricoles, routières... ont poussé les décideurs à examiner de plus près cette problématique, vu son ampleur et les conséquences qu'elle engendre face aux changements climatiques attendus. Des outils d'investigation ont été mis en œuvre pour tenter de maîtriser le phénomène, malheureusement les sols continuent à se dégrader malgré une lutte antiérosive intensive entreprise à l'échelle des bassins versants. Le phénomène a atteint un stade parfois irréversible. Toutes les formes d'érosion y sont associées, laissant des paysages désolés. Le phénomène s'est accru et s'amplifie aussi bien dans l'espace que dans le temps, aggravé en maints endroits par le changement climatique. Des alternances d'inondations torrentielles et de sécheresses prolongées sont observées. Conjuguées à une action anthropique non contrôlée (incendies, défrichage, surpâturage...), elles rendent le bassin d'alimentation et le réseau d'écoulement très vulnérables au phénomène érosif. Cette problématique complexe reste difficile à quantifier. Si à l'échelle de la parcelle ce phénomène est maîtrisable, il l'est moins à l'échelle du bassin-versant. L'insuffisance ou l'absence de données du jaugeage et de teneurs en sédiments rend plus complexes la connaissance et l'identification du phénomène. Seules des synthèses régionales et des études bathymétriques peuvent permettre d'identifier les zones productrices de sédiments et d'élaborer des cartes ou des abaques d'aide à la décision. Tous nos travaux de recherche sont axés sur l'analyse des techniques de conservation de l'eau et du sol propose une synthèse des résultats obtenus dans le contexte algérien en zone aride.

Depuis plusieurs décennies les ressources naturelles de l'espace steppique (sol, eau, végétation,...) ont subis de sévères dégradations dues aux effets combinés d'une pression humaine et animale croissante et d'une sécheresse aggravante sur ces écosystèmes.

Ces dégradations sont accentuées par le contexte d'affaiblissement de la gestion traditionnelle des territoires provoquées par les changements socioéconomiques et politiques, et l'absence de mesures appropriées de la part de l'Etat et ses services techniques pour substituer aux anciennes règles de gestion du patrimoine pastoral et écologique, de nouvelles règles pour assurer la sauvegarde et le développement durable des ressources naturelles.

Aussi et malgré les efforts considérables consentis par l'Etat pour lutter contre la dégradation du sol dans les zones pastorales et agropastorales, la situation reste préoccupante et la concrétisation des objectifs est toujours confrontée à d'importantes contraintes notamment écologiques et socio-économiques.

Cette déstructuration a conduit à de multiples contraintes dans les systèmes traditionnels d'organisation et a entraîné une démobilisation des populations agro-pastorales qui jusque-là assuraient la sauvegarde de cette ressource.

L'un des problèmes majeurs de l'aménagement des bassins versants en zone aride tient à l'absence de méthodes de prédiction adéquates, des méthodes qui fourniraient des estimations fiables de l'effet des pratiques d'utilisation des terres à la fois sur les bassins versants et en aval. Ces estimations sont nécessaires pour pouvoir recommander des pratiques appropriées d'utilisation des terres et en déterminer la faisabilité économique dans l'ensemble amont-aval.

Pour l'élevage, qui est souvent la principale activité économique sur les terres arides, on manque d'informations pour gérer des troupeaux de différents types de bétail en tenant compte de la composante aussi bien verticale qu'horizontale des terres de pâturage. Les interrelations écologie-bétail de ce type de système sont mal connues.

On a besoin d'informations supplémentaires sur les espèces et variétés végétales qu'il est possible d'adapter aux conditions sociales, économiques et géographiques de contextes spécifiques de zone aride. Il faut développer les expérimentations d'espèces, l'amélioration des plantes, les méthodes d'utilisation et les marchés pour les graminées, arbustes et arbres indigènes et exotiques.

Les techniques de réhabilitation des zones désertifiées sont très nombreuses. Très rares sont les cas où l'une ou plusieurs d'entre elles ne peuvent pas être appliquées, mais leur économie et leur durabilité dans les diverses conditions rencontrées dans les zones arides n'ont pas été démontrées dans la plupart des cas.

La mise en valeur et l'aménagement des ressources en sol et en eau des bassins versants des zones arides nécessitent une connaissance de l'hydrologie des systèmes arides. Contrairement aux relations prédictives concernant le comportement des bassins versants dans la zone humide plus peuplée, les relations quantitatives concernant les bassins versants des zones arides n'ont pas été bien définies. Les études effectuées mettent en lumière quelques caractéristiques frappantes qui ont des implications importantes pour l'aménagement. Parmi les plus notables, on peut citer:

- l'extrême variabilité des précipitations sporadiques, à la fois dans le temps et dans l'espace;
- la variabilité encore plus grande des ruissellements de courte durée dans les systèmes de drainage éphémères;
- de fortes pertes en ligne dans des lits de cours d'eau à sec et souvent très perméables;
- une faible humidité, un fort rayonnement incident et des températures élevées qui entraînent des risques d'évapotranspiration très rapide;
- des cours d'eau en pente abrupte et d'importantes alluvions qui produisent des rendements sédimentaires élevés;
- une végétation rare et des vents violents;

- de forts taux d'érosion éolienne dus aux gradients thermiques et à l'insuffisance du couvert végétal;
- des sols peu profonds mal lessivés, souvent à forte teneur en sels minéraux, ce qui se traduit par de faibles taux d'infiltration et des ruissellements salins;
- un rendement hydrique qui décroît lorsque la taille du bassin versant croît, en raison de fortes pertes en ligne et de la faible dimension des unités ou "cellules" de précipitation productrices de ruissellement.



INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les régions steppiques de l'Algérie se désertifient à cause d'une dégradation continue des sols, sous l'effet de divers processus liés à la déflation éolienne, à l'érosion hydrique et à la salinisation.

L'ampleur de cette dégradation des sols constitue un handicap à l'équilibre écologique et au développement de ces contés, ainsi que des zones limitrophes. Il s'agit du problème environnemental le plus préoccupant dans les régions puisque la perte annuelle des terres est estimée à 3% soit 600000ha/an. (**HALITIM, 1988**).

Ce traduisant par une diminution de la moitié des capacités pastorales durant les dix dernières années, passant de 0.18 ha à 0.09 ha/brebis (**HALITIM, 1988**).

L'eau et le sol constituant sans doute la capital le plus précieux pour l'homme, ce dernier, demandant au sol de produire plus et plus vite, a ouvert la porte à l'érosion en créant un déséquilibre dégénération parfois en catastrophe.

L'ensemble des conditions climatiques et édaphique fait de la steppe un milieu fragile. Ces dernières années suite à l'exploitation traditionnelles des ressources naturelles (fourragères) et à la mise en culture des terres fragiles (défrichement) ce processus s'est particulièrement accentué.

Les interactions entre un milieu déjà fragile, l'irrégularité des précipitations, la recrudescence des périodes de sécheresse depuis 1970. Et les pressions socio-économiques accrues accentuant la dégradation du milieu aride.

Le problème de perte des terres par l'érosion hydrique ne cesse de s'amplifier et de retenir l'attention des aménagistes, chercheurs susceptibles de juguler aux mieux ce grave fléau.

La dégradation des sols par l'érosion est engendré par une nouvelle situation caractérisée par : abaissement des rendements par une perte des éléments fins du sol et de la couche arable, assèchement des sols, dégradations des infrastructures et les risques d'inondation.

Beaucoup des moyens ont été consentis mais persiste encore les risques de dégradation du sol. D'en l'intérêt d'une analyse approfondie des techniques et aménagements existant à travers notre zone d'étude «Bassin versant de AIN SEFRA».

La conservation des eaux et des sols est donc indispensable pour protéger les ressources naturelles de ces zones. C'est à la fois une science et une technique de l'utilisation et du traitement de la terre permettant de protéger le sol et d'augmenter en même temps sa productivité (en conservant le sol proprement dit, ces éléments naturels de fertilité particulièrement la matière organique et les engrais qui ont été utilisés par l'homme, ainsi que toute l'humidité naturelle disponible).

Ce travail est structuré en trois parties :

- ✚ La première partie : après avoir défini les termes dont nous avons besoin, nous montrerons les causes et les effets de l'érosion hydraulique, l'importance de la conservation de l'eau et du sol dans le monde et en Algérie afin de présenter des aménagements antiérosifs traditionnelles et modernes utilisés en Algérie.
- ✚ La deuxième partie : nous montrerons les principales caractéristiques du milieu (géographie, hydrographie, climat, ainsi, que les aspects humains).
- ✚ En fin dans la troisième partie où est présenté la méthodologie choisie pour ce travail ainsi que les résultats obtenus et l'analyse des résultats à travers le bassin versant d'AIN SERA au sud-ouest de l'Algérie.

LISTE DES FIGURES

Page

<i>Figure 1</i> : Mécanisme d'érosion hydrique	09
<i>Figure 2</i> : La carte des pentes	13
<i>Figure 3</i> : La situation géographique de notre zone d'étude (Ain Sefra).....	36
<i>Figure 4</i> : Limitation de bassin versant étudié (Ain Sefra).....	38
<i>Figure 5</i> : Carte des expositions	45
<i>Figure 6</i> : Réseau hydrographique de bassin versant d'AIN SEFRA	47
<i>Figure 7</i> : Répartition des précipitations moyennes mensuelles [1989-2010].....	55
<i>Figure 8</i> : Evolution annuelle des températures (1989-2010)	64
<i>Figure 9</i> : Evolution annuelle des précipitations (1989-2010)	64
<i>Figure 10</i> : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен. Station d'Ain Sefra (1989-2010)	65
<i>Figure 11</i> : Rose des vents à Ain Sefra.....	67
<i>Figure 12</i> : Diagramme Ombrothermique de AIN SEFRA (1989-2010).....	69
<i>Figure 13</i> : Distribution du cheptel ovin selon le mode d'appropriation chez les agropasteurs de la wilaya de Naama, 1998.....	86
<i>Figure 14</i> : Carte d'occupation du sol	103

LISTE DES TABLEAUX

Page

<i>Tableau n° 1</i> : Appellation des lignes d'écoulement	09
<i>Tableau n° 2</i> : systèmes pastoraux dans différent écosystème	10
<i>Tableau n° 3</i> : Influence de la couverture du sol sur le ruissellement	14
<i>Tableau n° 4</i> : Erodibilité des principaux types de sols Nord-Ouest Algérien	18
<i>Tableau n° 5</i> : Expérience concernant l'efficacité de divers types de seuil en Algérie	34
<i>Tableau n° 6</i> : Récapitulatif des caractéristiques morpho métriques	46
<i>Tableau n° 7</i> : Le potentiel hydrique à Ain Sefra au 31/11/2010.....	48
<i>Tableau n° 8</i> : Production et consommation d'eau potable à Ain Sefra au 31/12/2010	49
<i>Tableau n° 9</i> : Capacité de stockage d'eau potable à Ain Sefra au 31/12/2011	49
<i>Tableau n° 10</i> : Pédopaysages : relation sol-morphologie	50
<i>Tableau n° 11</i> : Localisation géographique de la station d'AIN SEFRA	54
<i>Tableau n° 12</i> : Moyenne des précipitations mensuelles [1989-2010].....	55
<i>Tableau n° 13</i> : Moyenne des précipitations saisonnière (mm) [1989-2010]	57
<i>Tableau n° 14</i> : Résultats des estimations statistiques des Intensités-Durées-Fréquence stations d'AIN SEFRA	59
<i>Tableau n° 15</i> : Répartition mensuelle des apports annuels selon la station hydrométrique de Ain Hadjadj : (Période :1972-2004)	60
<i>Tableau n° 16</i> : Evaluation de l'apport annuel au BV de AIN SEFRA par méthode du bassin de référence	61
<i>Tableau n° 17</i> : Répartition mensuelle de l'apport annuel de l'oued Ain Sefra	61
<i>Tableau n° 18</i> : Résultats des débits de crues obtenus par la méthode de transfert station de référence de Ain Hadjadj au bassin versant de Ain Sefra :(période : 1973-2003).....	63
<i>Tableau n° 19</i> : Les minima, les maxima et les températures moyennes mensuelles	

de la période [1989-2010].....	63
Tableau n° 20 : Le seuil de démarcation entre un mois sec et un mois humide (P=2T)	65
Tableau n° 21 : Directions principales des vents à l'échelle annuelle à la station de Ain sefra	66
Tableau n° 22 : Indice d'aridité mensuelle	70
Tableau n° 23 : Recensement général de la population et de l'habitat (RGPH).....	79
Tableau n° 24 : Situation du FNRDA au 31/12/2010	82
Tableau n° 25 : Répartition des terres agricoles (ha) par commune au 31/12/2010	83
Tableau n° 26 : Répartition de la superficie forestières et d'alfa (Ha) par espèce à AIN SEFRA au 31/12/2010	88
Tableau n° 27 : Répartition de la superficie forestières et d'alfatière (Ha) pour la commune de AIN SEFRA au 31/12/2010	88
Tableau n° 28 : Situation des reboisements pour la commune d'AIN SEFRA au 31/12/2011.....	89
Tableau n° 29 : Efficacité de trois types de seuils sur le ravinement.....	94
Tableau n° 30 : Récapitulation des aménagements mécaniques réalisés au bassin versant de AIN SEFRA	100
Tableau n° 31 : Récapitulation des aménagements biologiques réalisés au bassin versant de AIN SEFRA	100
Tableau n° 32 : Recouvrement des sols de bassin versant d'AIN SEFRA	104
Tableau n° 33 : Récapitulatif des caractéristiques des seuils en pierres sèches	104
Tableau n° 34 : Récapitulatif des caractéristiques des seuils en gabion.....	105
Tableau n° 35 : Les retenues collinaires réalisées dans notre zone d'étude	107

LISTE DES PHOTOS

Page

<i>Photo 1</i> : 1 L'érosion en nappe.....	23
<i>Photo 2</i> : L'érosion en griffe	23
<i>Photo 3</i> : L'érosion en rigole.....	23
<i>Photo 4</i> : L'érosion en rigole	23
<i>Photo 5</i> : L'érosion en ravine.....	23
<i>Photo 6</i> : L'approfondissement des ravines	23
<i>Photo 7 et 8</i> : Les seuils en pierre sèche	35
<i>Photo 9 et 10</i> : Les seuils en gabion utilisées dans la fixation des ravines	35
<i>Photo 11 et 12</i> : Fixation biologique des berges avec eucalyptus.....	35
<i>Photo 13</i> : Un champ de pomme de terre.....	91
<i>Photo 14</i> : Un champ de céréale (Orge)	91
<i>Photo 15 et 16</i> : Sites naturels de djebel Aissa.....	91
<i>Photo 17 et 18</i> : Surexploitation du couvert végétale (Surpâturage).....	91
<i>Photo 19 et 20</i> : Apport solide et liquide de crue	113
<i>Photo 21</i> : mise en défont (sfissifa).....	113
<i>Photo 22</i> : Retenue collinaire très stable.....	113
<i>Photo 23</i> : Madjen de Tiout (sfissifa).....	113
<i>Photo 24</i> : Utilisation de billonnage.....	113
<i>Photo 25 et 26</i> : Seuil en gabion emportée par les eaux	114
<i>Photo 27</i> : Destruction et envasement d'un seuil.....	114
<i>Photo 28</i> : Malgré la fixation biologique des berges l'érosion hydrique se développé.....	114
<i>Photo 29</i> : Reprise biologique à l'amont des seuils en gabion compose essentiellement de tamarix.....	114
<i>Photo 30</i> : Reprise biologique des berges de l'oued.....	114

LISTE DES ACRONYMES

BV : Bassin Versant

CES : Conservation de l'eau et du Sol

DRS : Défense et Restauration des Sols

GCES : Gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols

RTM : Restauration des Terres de Montagnes

SIG : Systèmes d'Informatique Géographique

SAU : Superficies Agricole Utile.

HCDS : Haute Commissariat de Développement des Steppes.

D.P.A.T : Direction de Planification et Aménagement de Territoire

DHW : Direction de l'Hydraulique de la wilaya.

DSA : Direction des Services Agricoles.

UF : Unité Fourragère.

MS : Matière Sèche.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat

A.P.F.A : Accession à la Propriété Foncière et Agricole

FNRDA : Fonds National de Régulation de Développement Agricole

PREMIÈRE PARTIE

Aspects Bibliographiques et Théoriques





CHAPITRE I

Érosion, définition et facteurs de risques

Érosion, définition et facteurs de risques

Le sol est une ressource naturelle non renouvelable à l'échelle du temps historique, il constitue le support des cultures (**GUILLOBEZ, 1990**).

Les différents aspects de dégradation des sols, de l'eau et de l'environnement sont intimement liés au développement des hommes et des civilisations : ils concernent autant les agronomes et les forestiers, les géographes, les hydrologues, les sédimentologues, que les socio-économistes. Mais chacun dans sa discipline à développer un langage propre, si bien que les mêmes mots n'ont pas la même signification selon les disciplines.

Il faut donc préciser la portée et le sens des mots par rapport aux divers spécialistes qui interviennent à différentes échelles de temps et d'espace. (**MAZOUR, 2004**).

Les régions arides semi arides et montagneuses à vocation agro-pastorale ou agro-sylvo-pastorale connaissent depuis le début du siècle une dégradation excessive de la flore, de la faune, des sols et du réseau hydrographique. Cette dégradation est le résultat conjugué des facteurs naturels et d'actions anthropiques, ces régions fragiles se dégraderont et évolueront rapidement vers la désertification.

I-1 : DEFINITION DE L'EROSION

Erosion vient de (ERODERE), verbe latin qui signifie (ronger). L'érosion ronge la terre. (**MAZOUR, 2004**).

L'érosion du sol est l'une des formes de dégradation du sol les plus graves, elle correspond au déclenchement et au transport des particules du sol par l'eau, le vent ou la gravité.

L'érosion hydrique dont l'agent causal est l'eau appelée aussi érosion pluviale ou l'érosion hydraulique, est définie comme étant le détachement des particules des sols par l'effet des précipitations et du ruissellement ainsi que leur transport et leur dépôt le long du trajet.

I.2. TYPOLOGIE DE L'EROSION

L'érosion est caractérisée par l'arrachement, le transfert et la sédimentation des particules par l'eau, le vent et la gravité.

La pluie et le vent sont les deux facteurs climatiques qui menacent le plus sérieusement l'état de ressource de base. Cette affirmation est particulièrement vraie dans les régions arides.

I-2.1. L'érosion mécanique sèche

C'est un processus voisin de creeping mais sans l'intervention des pluies.

Il s'agit d'un lent mouvement en masse des horizons superficiels sous la pression des outils de travail du sol aboutissant au décapage des sommets des collines et l'accumulation au bas des versants.

L'intensité de ce processus dépend de la pente mais surtout de l'intensité, la fréquence et du mode de travail.

On confond souvent ses effets à ceux de l'érosion en nappe mais à la différence de cette dernière, les mouvements de masse déplacent les matériaux sans les tirer.

I.2.2. L'érosion hydrique

Les paysages maghrébins sont sans doute marqués par l'érosion qui provoque une morphogénèse vigoureuse des versants. (MAHAMADOU, 2004).

L'érosion hydrique est un processus dont l'ampleur s'est aggravé avec l'utilisation des sols par l'homme, elle est due à,

L'effet mécanique de la pluie produisant ainsi la distinction ou désintégration d'agrégats assez importants qui reforment de plus petites particules, souvent accompagnée de la décomposition des particules suivent leur taille.

Mes petites particules peuvent être arrachées ou déplacées par l'eau qui coule ou ruisselle sur la surface.

D'après (HORTOD, 1940) in (ROOSE.É, 1996) le ruissellement se développe lorsque l'intensité de la pluie dépasse la capacité d'infiltration de la surface du sol.

I.2.2.1. L'érosion en nappe (Sheet erosion) :

Les particules de sol non protégées se détachent en raison de piétinement, de l'érosion éolienne et de l'impact des précipitations. Les particules sont arrachées et transportées, le phénomène est observé sur les pentes faibles, où l'eau ne peut pas se concentrer dans un premier temps, c'est l'impact des gouttes des pluies qui va envoyer des gouttelettes dans toutes les directions, seulement sous l'effet de la gravité des gouttelettes auront une vitesse plus importante vers l'aval.

En effet apparaît lorsque le ruissellement en nappe s'organise, il se forme d'abord des flaques ; qui communiquent par des filets d'eau et lorsque ces filets d'eau ont atteint une certaine vitesse (HJULSTROM, 1935) in (ROOSE.É, et al 1994), ils acquièrent une énergie qui va se concentrer en lignes de plus forte pente avec un pouvoir d'arrachement suffisant pour mobiliser localement l'ensemble des particules (argiles, limons, jusqu'au gravier, Cailloux et autres).

L'érosion linéaire est donc un indice que le ruissellement s'est organisé qu'il a pris de la vitesse et acquis une énergie cinétique capable d'entailler le sol et d'emporter des particules de plus en plus grosses non seulement des argiles et des limons comme l'érosion en nappe sélective, mais des graviers ou des Cailloux et des blocs lorsqu'il sera organisé en ravines.

I.2.2.2.1. L'érosion en griffe et en rigoles

Lorsque le ruissellement s'organise, il creuse des formes érodées de plus profondes suivent les lignes de moindre résistance, on parle de griffe parce que les petits canaux ou micro filets ont moins de 10cm (ROOSE.É, et al 1994). Les deux formes d'érosion peuvent être effacées par la machinerie aratoire.

Les causes principales de ces érosions sont :

- Le sur pâturage
- La mauvaise exploitation des sols dans le temps et dans l'espace :
- Les mauvais travaux culturaux.

I.2.2.2.2- Le ravinement

C'est un processus d'érosion dans lequel l'eau s'accumule dans des billons et dans des périodes très courtes emporte le sol des sillons et creuse des ravins de profondeur variables, allant d'environ 0.3 à 30m.

En Algérie l'érosion ravinante a déplacé de 90 à 300t/ha/an en fonction du volume des pluies, de la vitesse d'altération des versant (8à17mm/an) de la pente et la couverture végétale du sol (ROOSE.É, *et al*, 1999).

Les ravins et les ravines sont liées les unes aux autres par des crêtes, aux versants généralement dénudés provoquent un effleurement de la roche mère d'où le stade ultime du ravinement. A ce stade tout aménagement n'est plus envisageable on parle de ravinement généralisé ou bedland.

Tableau n° 01 : Appellation des lignes d'écoulement (ROOSE.É, *et al*, 1994) :

Profondeur	Appellation
Quelques centimètres	Griffes
>10cm	Rigoles
10à 20cm	Nappe ravinant
>50cm	Ravines

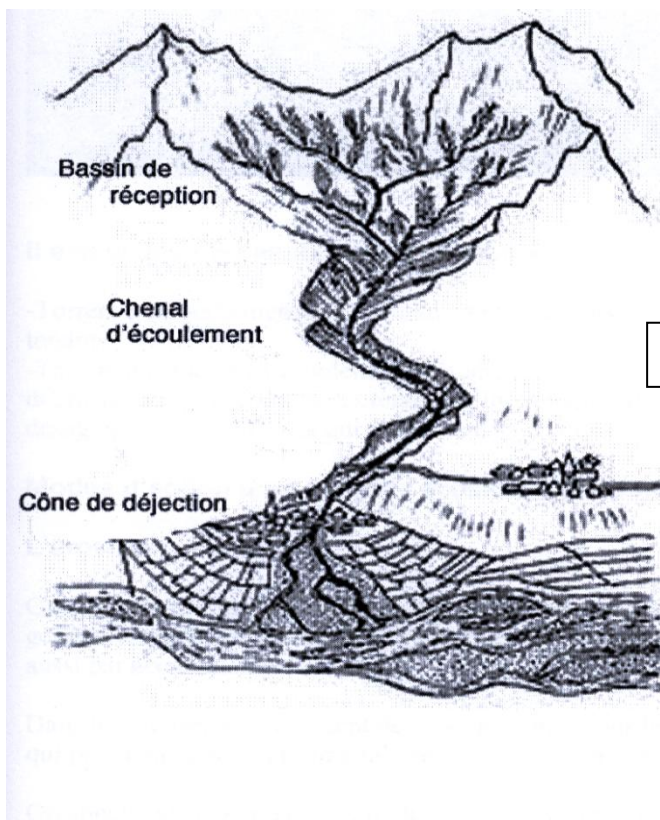


Figure n°01 : Mécanisme d'érosion hydrique

I.2.2.3 L'érosion éolienne

Dans le cas, le vent est une force qui agit sur la surface du sol, l'effet du vent sur la surface dépend des caractéristiques et de l'état du sol.

Dans la couche superficielle. L'érosion ne devient dangereuse que lorsque la précipitation annuelle sont inférieures à 600 mm. que la saison sèche d'une plus de six mois. Quels sols sont poudreux riches en limons, en sable fins, mais pauvres en matière organique et instable, lorsque la végétation est clair sevrée et que les vents soufflent à plus de 20 km (ROOSE,É, 1990).

L'effet de surpâturage réduit la disparition d'une grande proportion de la couverture végétale laissent des surfaces importantes non protégés et dans la structure se détruire. Comme c'est le cas pour l'érosion hydrique la couche la plus riche en élément nutritifs et érodée, ce qui provoque une diminution de la fertilité du sol.

Tableau n° 2 : systèmes pastoraux dans différents écosystèmes (FAO.1980)

Systèmes pastoraux.	Superficie (million km ²)	Habitants vivant dans ces zones (millions)	Bovins (million)	Ovin et caprins (million)
Zones arides et semi arides	989	182	116	280
Zones tempérées et tropicales	513	189	81	185

Savanes humides et sub humide	606	332	197	146
-------------------------------------	-----	-----	-----	-----

Ainsi les vents violents accompagnant les orages et précédant la pluie provoquent des flux de sable importants sur sol sec. Au cours de ce phénomène, les jeunes plantes sont attaquées ou recouvertes par les particules de sable, ce qui entraîne des pertes importantes pour les cultures. L'action de l'érosion par le vent accentue le processus de désertification, elle varie en fonction du couvert végétal. Ce type d'érosion provoque une perte de sol de 100 à 250 tonnes/ha/an dans les steppes défrichées (NEDJIMI *et al*, 2006).

I.3. LES FACTEURS DE RISQUE DE L'ÉROSION HYDRIQUE

L'érosion hydrique qui s'exerce de manière spectaculaire est due à l'action de plusieurs facteurs dont les plus importants sont :

- le climat.
- la nature du sol.
- la végétation.
- Les facteurs anthropiques.

I.3.1. Le climat

Les précipitations atmosphériques sont la principale cause de l'érosion hydrique, elles sont caractérisées par la hauteur des averses, l'intensité et la fréquence.

La pluie désagrège les agrégats et mottes en éléments fins susceptibles d'être entraînés par le ruissellement favorisant le colmatage et limitant l'infiltration.

L'action de la pluie dépend davantage de son intensité que de sa hauteur, ce qui semble évident : une pluie d'orage de 10mm peut faire plus de dégâts qu'une pluie fine de 40mm (SOLTNER, 1999), cela est favorisé par un milieu fragile.

Ainsi le vent peut être déplacé par roulement des particules de 1 à 2mm de ϕ et par saltation de 0.1 à 1mm ou en suspension dans l'atmosphère (inférieures à 0.1mm).

En effet lorsque le sol est dépourvu de végétation, le climat prend un caractère agressif et provoque une dégradation rapide des horizons superficiels et de forts ruissellements.

D'après (MAZOUR, 2004) cette agressivité du climat se traduit par deux types d'averse : les orages d'automne peu fréquents de courtes durées, mais caractérisés par des intensités élevées (soit un maximum annuel en 10mm atteignant 100mm/heure). Ils peuvent provoquer du ruissellement sur des sols non saturés.

Les longues averses peu énergétiques tombant sur un sol déjà saturé. Ce sont les averses saturantes d'hivers et de printemps. Elles sont peu intenses, et à l'origine de beaucoup de ruissellement.

I.3.2 La pente

La notion de pente comprend en réalité deux facteurs bien distincts : le degré d'inclinaison du terrain par rapport à l'horizontal et la longueur sur laquelle s'applique ou se manifeste de façon continue un processus.

L'influence de la pente (inclinaison, longueur, forme) est très complexe.

Il est bien entendu que, plus la pente est raide, plus l'eau érodera le sol.

- ❖ **Forme** : Les pentes convexes apportent plus de sédiments à la rivière que les pentes concaves où l'on observe des piègeages de sédiments détachés : d'où les sols colluviaux.
- ❖ **Longueur** : La longueur des pentes a en général peu d'effet sur le ruissellement et l'érosion en nappe car les frottements sur les rugosités du sol empêchent l'accélération des nappes ruisselantes, par contre ; la masse du ruissellement concentré en rigole peut s'accumuler le long d'une pente et ouvrir un impact exponentiel sur l'érosion linéaire.
- ❖ **Inclinaison** : L'inclinaison du versant n'augmente pas toujours le ruissellement, lequel peut être très forte sur des pentes faibles. Par contre la charge solide et l'érosion augmentent de façon exponentielle et l'exposant peut varier de 1.2 à plus de 2 si le sol est mal couvert (**ROOSE.É, 1980**) in (**ROOSE.É, 1990**).

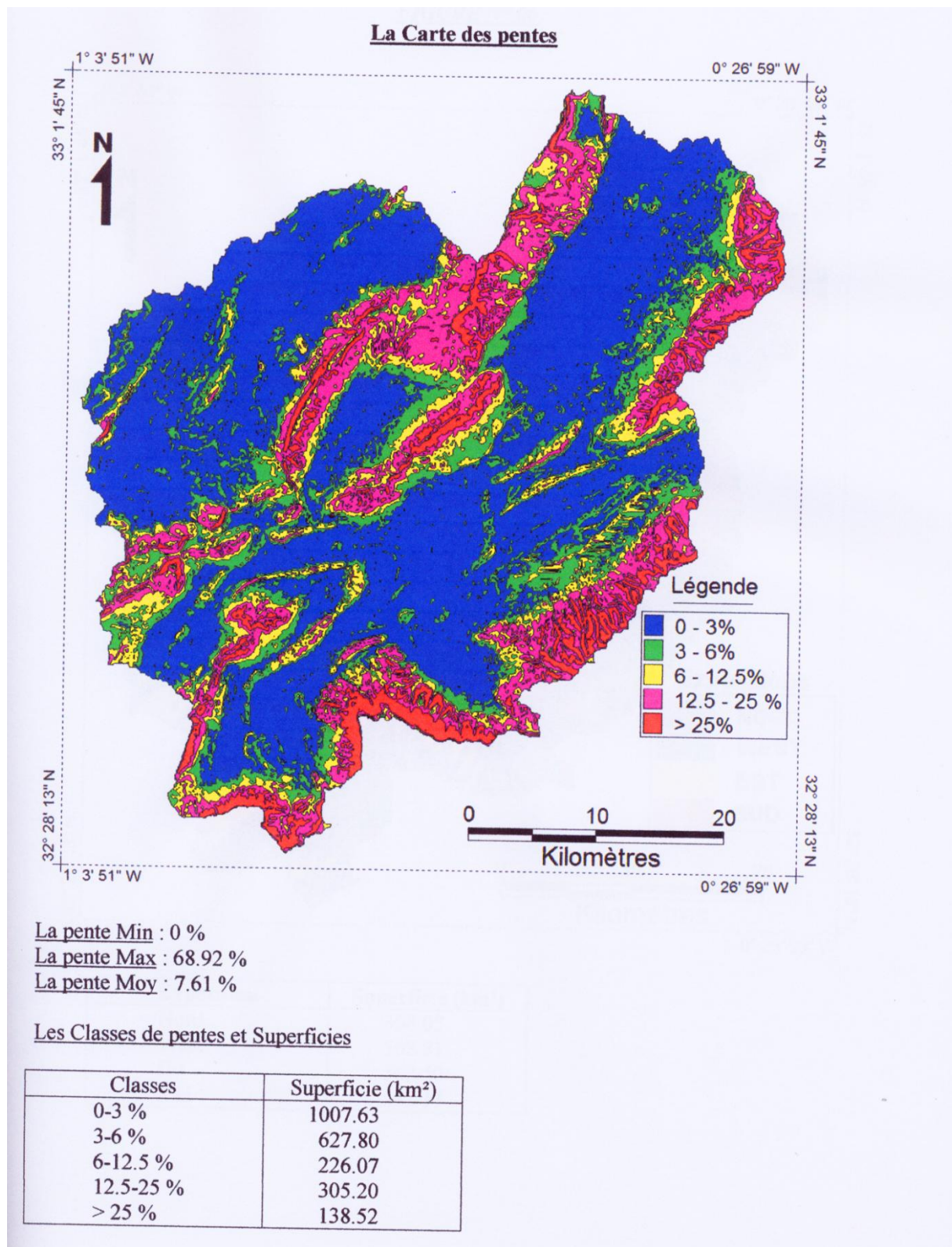


Figure n °02 : La carte des pentes.

I.3.3. Le rôle de la végétation

L'élément déclencheur de l'accélération de l'érosion dans les zones arides et semi-arides est la disparition de la couverture végétale, qui peut être causée par un changement climatique à long terme ou plus directement par le surpâturage. La perte de la couverture végétale entraîne une

exposition de sol à l'érosion éolienne et hydrique, et la perte des sols fait diminuer le potentiel de production agricole, ceci entraîne au final une diminution de la charge animale des parcours. Bien qu'elle se produise dans les zones arides et semi-arides, l'érosion est bien le résultat des précipitations rares mais abondantes.

On effet la végétation présente un intérêt majeur dans la lutte antiérosive en agissant de plusieurs façons.

Rôle protecteur pour les impacts des pluies.

- Diminution du ruissellement.
- Accumulation des débris et enrichissement en matière organique.

Tableau n° 03 : Influence de la couverture du sol sur le ruissellement (NAHAL, in SOLTNER, 1999).

Nature de la couverture végétale	Ruissellement
	Infiltration
Forêt	2%
Prairie	5%
Blé-orge	25%
Maïs, coton	50%

1.3.4. Les facteurs liés à l'homme

L'homme est l'une des causes principales de l'érosion, il est responsable des destructions des forêts du défrichement des incendies, des surpâturages et des techniques culturales mal suivies. Ce sont les agents de la dénudation artificielle du sol, car dans le monde entier cinq millions de Kilomètre carré de terre cultivable ont été perdus par la faute de l'homme (DAJOZ, 1985).

La croissance démographique a entraîné la dégradation des ressources naturelles par :

- La mise en culture
- La pression pastorale
- Les incendies
- L'écoulement hydrique.

Chaque civilisation a créé des conditions favorables au développement de l'érosion et la dégradation de la fertilité des sols, les villes, les routes, les zones des pâtures sont des milieux peu perméables qui accumulent les volumes ruisselés, et provoquent des inondations et des dépôts de boue.

I.4. MECANISME DE L'EROSION HYDRIQUE

La pluie est le facteur climatique qui menace le plus sérieusement l'état des ressources de base, cette pluie occasionne des problèmes quand :

- Des croûtes se forment à la surface, empêchant les jeunes pousses à sortir.
- Des particules de terre sont ameublées en surface par l'impact des gouttes de pluie.
- L'eau ne peut s'infiltrer suffisamment vite dans le sol et stagne à la surface. Si le terrain est en pente l'eau ruissellera le long de cette pente. L'eau sera perdue pour le champ (ruissellement) mais pire, l'eau peut détacher et accumuler les particules de la surface du sol et provoquer l'érosion.

I.4.1 Erosion splash

L'érosion splash, appelé érosion élémentaire est due au choc de la goutte de l'eau de pluie sur le sol. Celle-ci désagrège les particules du sol qui rejaillissent.

Cette action de rejaillissent est liée à l'énergie cinétique libérée par les gouttes de pluie en arrivant sur le sol.

L'énergie cinétique est égale au demi-produit de sa masse par le carré de sa vitesse.

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

m : la masse de la goutte

v : la vitesse de la goutte

E_c : l'énergie cinétique en joule (si m en Kg et v en m/s).

Le diamètre des gouttes de pluie, leur vitesse de chute et leur masse totale déterminant la capacité de détachement des particules du sol.

I.4.2. Le ruissellement

Le ruissellement est l'écoulement par gravité à la surface du sol souvent la pente de terrain.

Au début, il y a saturation progressive du terrain, et le ruissellement se déclenche si le taux de précipitation dépasse la capacité d'infiltration du sol.

Le ruissellement est exprimé normalement en volume (m³) ou en hauteur (mm) par rapport à une superficie tandis que l'écoulement s'exprime par unité de temps (m³ s⁻¹).

Le ruissellement peut être diffus ou concentré est en fonction des cinq paramètres :

- L'intensité relative de la pluie
- L'indice de rugosité faible
- La pente
- La durée de la pluie
- L'infiltration dans le sol.

(MORSLI *et al*, 2004).

I.4.3 L'infiltration

On entend par l'infiltration la partie de l'eau des précipitations qui est absorbée par le sol et dirigée vers les couches inférieures. Selon, qu'il est sec ou humide, le sol ne réagit pas de la même façon aux précipitations.

L'infiltration est en fonction de plusieurs facteurs :

- L'épaisseur de la couche saturée du sol
- L'humidité du sol
- Effet splash des gouttes
- Mouvement des particules fines (transport solide).
- L'influence des facteurs anthropique
- Les états de surface
- Le gel et la qualité de l'air dans le sol.

I.5. CAUSE ET CONSEQUENCES DE L'EROSION HYDRIQUE

La dégradation des terres dans la région méditerranéenne et en Algérie est liée :

- A la sécheresse qui sévit partout au moins temporairement et qui frappe surtout les zones arides, induit des contraintes sévères et conditionne même les catastrophes, ce la s'explique par l'emplacement en marge du désert accompagné des températures excessives.

En effet l'évapotranspiration consomme partout plus de 70% des pluies et 90% sur le terrain sud du tell.

- Au recul et la dégradation du couvert végétal suite :
A une rapide dégradation physiologique des formations végétales en liaison avec la surexploitation par des coupes abusives de bois et du surpâturage.

❖ Les conséquences de l'érosion hydrique sont multiples, dont les plus importantes sont :

I.5.1 Au niveau du sol

L'érosion hydrique à pour effet la diminution de la fertilité du sol par l'entraînement de l'humus ce qui rend la nutrition en éléments minéraux déficiente, les éléments fins disparaissent et le sol perd sa fertilité initiale. Du point de vue physique la perméabilité du sol décroît et l'eau ruisseler au lieu de pénétrer en profondeur et aucune réserve en eau dans ce ces ne se constitue pendant la saison sèche.

I.5.2 Influence sur le régime des eaux

A la suite de la diminution de l'infiltration, les nappes sous terraines ne sont plus alimentées ; les sources tarissant en saison sèche, en saison humide la masse d'eau de ruissellement gonfle les cours d'eau et provoque des crues brutales et dangereuses.

I.5.3 La dégradation des routes et des talus

En Algérie, les coupures des routes, voies inaccessibles temporairement et ruptures de ponts sur les chemins sont liées pratiquement à chaque saison pluvieuse, au cours de ces dernières années le bilan s'alourdit en grève les budgets des collectivités locales et régionales (CHAFLI, 1998).

I.6. LES FACTEURS CONDITIONNANT L'ÉROSION HYDRIQUE

I.6.1 L'érodibilité des sols (K)

Exprime la résistance du sol à l'érosivité des pluies. Cet érodibilité est en fonction des matières organiques et de texture des sols, de la perméabilité et de la structure du profil. Il varie de 70/100^{ème} pour les sols les plus fragiles à 1/100^{ème} sur les sols les plus stables, il se mesure sur des parcelles nues de référence de 22.2 m de long sur des pentes de 9% et sur un sol nu, travaillé dans le sens de la pente et qui n'a plus reçu de matières organiques depuis trois ans. (MAZOUR, 2004).

Tableau n° 04 : Erodibilité des principaux types de sols Nord-Ouest Algérien

(source : MORSLI et al, 2004) :

Types de sol	Ruissellement		Erosion (t/ha/an)	Indice d'instabilité	Erodibilité (K) USLE
	K ram %	K ramax%			
-vertisol	6.0	25	1.78	0.3-0.8	0.01-0.020
-Brun calcaire érodé	5.4	29	3.32	1.0-1.6	0.005-0.010
-brun calcaire vertique	3.9	33	4.06	0.4-0.8	0.002
-brun calcaire colluvial	10.2	56	4.10	1.0-10.0	0.004-0.010
-sol fersialitique rouge	13.6	27	5.20	1.2-4.2	0.014-0.020
-brun calcaire limoneux	6.6	32	5.82	2.9-30.0	0.013

- ❖ Les sols sont d'autant plus fragiles qu'ils sont riches en limons sables fins, et d'autant plus résistants qu'ils sont cohérents stables riches en argiles, en sables grossiers et cailloux, en calcaire actif et en fer et alumine libres (ROOSE,É, 1990).

I.6.1.1. La texture

La texture d'un sol est la proportion des éléments du sol, classés par catégorie de grosseur après destruction des agrégats.

Les sols à proportion forte de limons de sable fins et peu de matières organique sont les plus érodible tandis que les sols argileux sont moins érodibles.

La teneur en agrégats stables tend à baisser quand la proportion de limons augmente (MÉRIAU, 1962) in (MORSLI, 1996).

I.6.1.2. La stabilité structurale

Les sols steppiques sont squelettiques, c'est-à-dire pauvres et fragiles à cause de la rareté de l'humus et de leur très faible, profondeur.

Ils sont caractérisés par une mauvaise stabilité structurale des horizons superficiels liée à leur faible teneur en matière organique (PIERI, 1989) in (TRAORE, 2008).

La baisse du taux de matière organique entraîne, sous l'influence de la forte énergie cinétique des pluies et du développement réduit de la végétation une formation de croûte qui limitant l'infiltration (CASENAVE et VALENTIN, 1989) in (ADAMA M.TOE, 2008).

Dans les zones de cultures un rôle de premier plans est évidemment évolue aux techniques culturales, la préservation d'un état favorable dépendre étroitement de la stabilité structurale du sol, des espace cultivées et de la croissance de la culture fournissant un forte taux de couverture. Ceci nous conduit à prendre en compte l'itinéraire technique dans son ensemble et plus largement le système de culture (RUELLE, 1990).

L'amélioration du couvert végétal (diversité, fertilisation, rotation avec les légumineuses, cultures fougères) à réduit plus ou moins fortement les risques d'érosion et de ruissellement. La production de biomasse à contribué d'une manière significative à entretenir la fertilité des sols, la stabilité structurale, la capacité d'infiltration et la résistance à l'érosion. (MAZOUR et al, 2002).

I.6.1.3. La matière organique

Le terme matière organique regroupe une somme importante et hétérogène de substances et composés carbonés d'origine végétale et animale.

La nature de la matière organique du sol est très complexe principalement des composés humiques, des racines, des micro- organismes, des lambriciens.

Les matières organiques jouent un rôle important dans le fonctionnement global du sol, au travers de ces composantes physiques, chimiques et biologiques, qui définissent la notion de fertilité.

Dans les sols, les matières organiques n'ont pas le même temps de résidence selon leur composition biochimique ; il peut aller de quelques mois à plusieurs années pour la fraction labile et jusqu'à des dizaines, voire des milliers d'années pour la fraction stable.

Les conditions climatiques, en particulier la température et la pluviométrie, jouent un rôle prépondérant sur le renouvellement des matières organiques des sols, l'humidité du sol favorise également la biodégradation des matières organiques, ainsi la propriété physico-chimique des sols telles que la texture et la minéralogie influencent également la dynamique des matières organique (ANONYME, 2008).

I.6.2. Erosivité des pluies

L'érosivité de la pluie est définie comme étant la capacité potentielle ou son aptitude à provoquer les phénomènes d'érosion.

L'érosivité dépend surtout de l'intensité de la pluie ou de son énergie cinétique qui en résulte directement (HATAB, 2011).

Cependant du fait de multiple interaction qui existent entre le facteur pluie et les autres de l'érosion. Plusieurs paramètres interviennent dans l'érosivité des pluies :

I.6.2.1 L'intensité, la durée et la fréquence des pluies

L'intensité des précipitations et le ruissellement doivent être considérés lors de l'évolution d'un problème dû à l'érosion hydrique, les particules les plus fines comme les sables fins, limons, argiles et la matière organique peuvent facilement être emportée lors de l'éclaboussement des gouttes et par le ruissellement ; des gouttes de pluie plus forte (dissipant plus d'énergie) et un plus grand ruissellement seront nécessaires pour déplacer les plus grosses particules de sable et gravier. (ARNOLD, 1989).

Plus la durée augmente, plus l'intensité diminue, les averses les plus violentes ; au contraire les longues pluies, d'automne par exemple, sont généralement assez tranquilles de faible intensité.

Cette tendance à l'augmentation de l'intensité lorsque la durée diminue, ou inversement à la diminution de l'intensité lorsque la durée augmente. (PAUL MEYLAN, 2002).

Pour mieux caractériser le phénomène on associe à chaque événement une probabilité d'apparition. Pratiquement les ingénieurs et les hydrologues parlent de temps de retour, tel événement se produit, en moyenne sur une longue période toutes les x années, on parle de fréquence.

Ainsi donc par l'observation soignée des précipitations et l'analyse statistique des résultats il est possible d'établir une «loi» de comportement qui lie l'intensité, la durée et la fréquence : c'est une courbe IDF.

I.6.2.2. La hauteur des pluies

La hauteur de pluie augmente avec l'altitude mais est plus élevée sur les versants exposés aux vents humides que sur les versants sous le vent. (BOUANANI, 2009).

I.7. INTEGRATION DES FACTEURS DE L'EROSION HYDRIQUE

L'érodibilité d'un sol traduit la résistance inhérente d'un sol au détachement de particules (dégradation) et à leur transport par l'eau des précipitations (érosion). Elle est déterminée par la force de cohésion entre les particules de sol et peut varier selon la présence ou non d'un couvert végétal, de la teneur en eau du sol et du développement de sa structure.

I.7.1. Equation universelles des pertes de sol

 **USLE (Universal Soil Loss Equation) :**

L'équation universelle des pertes en sol (USLE) est un modèle à échelle réelle élaboré en 1960 et mis à jour en 1978 par WISCHMEIER et SMITH du ministère de l'agriculture des Etats-Unis (WALL, 1997).

L'USLE prévoit le taux moyen annuel d'érosion à long terme sur la pente d'un champ en fonction de la configuration des pluies de type de sol, de la topographie, de l'assolement et des pratiques de gestion des cultures (**WALL, 1997**).

$$\mathbf{A = R.K.LS.C.P}$$

A : la perte de terre prévue par unité de surface.

R : facteur d'érosivité des pluies (indice d'agressivité climatique).

K : facteur d'érodibilité (Indice Sol).

LS : facteur topographie (indice de pente).

C : facteur du couvert végétal (indice culture), c'est le rapport des pertes d'une terre cultivée dans les conditions bien définies à celles d'une jachère continuellement travaillée ou $C=1$.

P : facteur lié à la gestion des terres et aux pratiques antiérosives (indice de conservation de l'eau et du sol).

Il existe un grand nombre de recherches dédiées à la révision et à la modification du modèle USLE :

- MESLE (Modified Universal Soil Loss Equation)
- RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation).



Photo n°1 L'érosion en nappe



Photo n°2 L'érosion en griffe



Photo n°3 L'érosion en rigole



Photo n°4 L'érosion en rigole



Photo n°5 L'érosion en ravine



Photo n°6 L'approfondissement des ravines

Planche n°01 : Types d'érosion linéaires



CHAPITRE II

Conservation de l'eau et du sol
et stratégie d'aménagement

Rapport de stage
Rappoportuit.com

Conservation de l'eau et du sol et stratégie D'aménagement

II.1. LA NOTION DE CONSERVATION DE L'EAU ET DU SOL

Dans les régions arides, la conservation du sol, parfois même sa constitution est importante ; mais elle n'est pratiquée que dans les sites où l'eau est disponible pour la production, grâce à l'irrigation. L'espace intéressé est donc forcément étriqué. Par ailleurs, la diversité technologique est moins grande, même si le travail fournie est aussi important.

L'entretien nécessaire est sans doute aussi bien élevé, car l'aménagement est vital, du fait de la modicité des autres ressources (LAOUNA, 2007).

Dans ces régions à forte charge humaine et vieille civilisation agraire. Il s'agit de créer les conditions pour cultiver et profiter au maximum des eaux de pluie, l'autre impératif est de disposer d'eau potable et d'abreuvement de cheptel.

Dans les steppes arides la mise de culture elle-même de dépressions et fonts de vallées repose sur la gestion des eaux de ruissellement. récupérés sur les versants et conduites en épandage, plus ou moins contrôlé vers les fonts pour alimenter les cultures ; mais l'érosion sur les versant et dans les dépression peut aboutir à la destruction totale des sols et à la désertification de ces milieux, le recoure aux techniques de conservation dans les piémonts semi arides crée justement à atténuer les formes vives d'érosion nouvellement apparus, d'un autre coter dans les milieux ou les précipitation sont faible et irrégulières, les ouvrages des CES s'avèrent nécessaires pour emmagasiner suffisamment d'eau pluviale dans le sol pour garantir une certaine production végétale.

II.2. LES TECHNIQUES DE CONSERVATION DE L'EAU ET DES SOLS

Les versants méditerranéens ont la réputation d'être très sensibles aux phénomènes d'érosion pour les raisons écologiques (pluies erratiques, relief jeune), historiques (succession des civilisations) et démographiques (forte pression foncières). Les mesures des différents processus depuis la parcelle jusqu' aux bassins versants on montré que l'érosion en nappe est faible mais que le ruissellement augmente avec le pâturage et l'extension puis l'abondant des cultures, entraînant le ravinement, la dégradation des berges des oueds lors des fortes crues des inondations. (ROOSE É et al, 2001).

Certaines mesures de conservation peuvent réduire l'érosion hydrique et éolienne ; la travail du sol, les facteurs culturales, et la gestion des terres affectent directement le problème globale d'érosion, lorsque les rotations de cultures et le changement de façon culturales ne suffisent plus à maîtriser l'érosion dans un champ, une combinaison d'idées et de mesures plus radicale peuvent

être nécessaires, on peut envisager par exemple, la culture en contour, la culture en bandes ou la confection de terrasses (**ARNOLD, 1989**).

II.2.1 EVOLUTION HISTORIQUE DES TECHNIQUES DE CONSERVATION DES SOLES

Au commencement du monde, la terre et l'eau étaient intimement unis de cette union est née toute vie. C'était il y a 4, 5 milliards d'années, mais leur histoire allait connaître deux séries de crises l'une géologique et l'autre beaucoup plus tardive, d'abord démographique. (**ROOSE.É, 1994**).

Toutes les sociétés rencontrent des problèmes de dégradation du milieu par divers types d'érosion et ont tenté d'y porter remédier par des stratégies traditionnelles adaptées aux pressions foncières en aménagement 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 l'évolution des conditions socio-économiques du milieu (**ROOSE.É, 1994**).

L'érosion reste encore mal connue et surtout mal maîtrisée car elle est discontinue dans le temps et dans l'espace. Les processus, les causes et les facteurs déterminant l'érosion étant très variable, il n'y a pas de recette généralisable de lutte antiérosive. Il ne s'agit pas seulement d'un simple problème technique, c'est aussi le signe de dégradation d'une société en mutation, la presse et les politiciens se mobilisent lors des catastrophes, mais négligent le travail de sappe des éléments qui pluie après pluie, préparent les drames (**VOGT, 1979**) in (**ROOSE.É, 1994**).

Depuis 7000ans, l'homme a accumulé des vestiges de sa lutte pour maîtriser les différents formes d'érosion et améliorer la gestion de l'eau sur les versants et la fertilité des sols (**LOWERMILK ; 1993**) in (**ROOSE.É, 1994**). L'analyse de la répartition spatiale des systèmes de lutte et des causes et leur disparition montre que l'efficacité des méthodes traditionnelles est strictement liée aux conditions économiques des sociétés où elles se sont développées.

A l'occasion de graves crises sociales se sont développées des stratégies modernes d'équipement hydraulique des montagnes, il s'agit essentiellement de reforestation des hautes vallées, d'amélioration foncières, de correction des torrents et ravins et de terrassement des terres cultivées sur fortes pentes. La priorité a été donnée à la réalisation de gros chantiers de terrassement et de reforestation.

Des stratégies modernes d'équipement ont été mises en place pour répondre aux trois crises sociales suivantes :

- Restauration des terrains de montagnes (RTM) en 1850 dans les Alpes.
- Conservation de l'eau et des sols (CES) et la crise de 1930 au USA.
- Défenses et restauration des sols (DRS) autour de la méditerranéen durant la période 1940 jusqu'au 1980.

Après l'atelier de Porto Rico (**MOLDON H et HUDSON, 1987**) in (**ROOSE.É, 1994**) une nouvelle approche est née :

- La gestion conservatoire de l'eau et de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES) tente de mieux tenir compte des contraintes paysannes et cherche à valoriser le travail tout en réduisant le risque de l'érosion et en respectant certaines règles.

En Afrique (**ROOSE.É, 1994**) à observé des états de crise environnementale pendant la quelle la vie est si dure que la population est obligée de choisir entre l'émigration vers des lieux plus cléments, ou la modification du système de production légué par les ancêtres. Il s'en suit une succession des périodes de crise et des périodes plus stables, où se succèdent des systèmes de production adaptés à chaque situation foncières. A chaque stade correspondent un mode de gestion des ressources en eau ; en bois, en énergie, en nutriments, en bétail, en cultures, on part d'un milieu naturel riche en diverses ressources qu'on exploite et épuise progressivement avant de réintroduire des ressources artificielles.

En Algérie depuis les années 1950, des pressions démographiques et socio-économiques ont contribué à développer une sévère dégradation de la couverture végétale, des sols et du réseau hydraulique des montagnes septentrionales de l'Algérie. Les processus en cause sont multiples défrichement des pentes fortes pour étendre les cultures vivrières, surpâturage et feux dans les forêts méditerranéennes. Faibles restitutions et minéralisation rapide des matières organique du sol. (**ROOSE.É, 1994**).

Le challenge en 1985, période de récession industrielle est le maintenir une population croissante en zone rurale d'intensifier la production agricole et l'élevage en montagne semi aride, tout en protégeant la qualité des eaux de surface.

II.2.2. LES TECHNIQUES TRADITIONNELLES DE CONSERVATION DES SOLS

Dans les zones steppiques l'existence de bons sols sont très limités, ces derniers sont destinés aux cultures et se localisent dans les dépressions, les lits d'Oued, les dayas et les piémonts de montagne du fait que leur situation permet une accumulation d'éléments fins et d'eau. La plupart des sols sont encroûtés en surface et donnent naissance à un ruissellement superficiel inacceptable sous ces climat aride, d'autant plus que ce ruissellement emporte sélectivement les matières organique et les nutriments des horizons superficiels.

En parallèle à ces données, le paysan à développé des techniques traditionnelles de conservation de sol et de l'eau dont le nombre élevé et la grande variété attestant d'une adaptation dynamique aux conditions du milieu (**ALKARKOURI, et al, 2000**).

II.2.2.1 Les rampes de pailles

Ce système traditionnel consiste à former des barrières plus au moins horizontales des végétaux morts pour limiter les pertes de sols sur les versants pentues mis en cultures. Pour cela les paysans en foncent dans le sol des piquets de bois derrière les quels ils empilent des branchages ou

des résidus de culture. ils forment ainsi les rampes morts qu'ils combinent généralement à des billons sur les quels sont placés les plantes cultivées.

II.2.2.2. Le paillage

Consiste à étaler des résidus de récolte sur les parcelles sensibles à l'érosion. La paille en absorbant l'énergie cinétique des gouttes de pluie, Contribue à protéger la surface recouverte contre l'agressivité des précipitations en limitant plus spécialement les effets de l'érosion splash.

Le paillage agit de différentes façons par la matière organique qu'il apporte, il enrichit le sol et améliore ses qualités physiques en augmentant la perméabilité, il protège des effets d'érosion par le vent et empêché de former sur le surface du sol une mince couche compacte s'opposant à la pénétration de l'eau (**BOUFAROUA et al ,1998**).

Les expériences de recherche ont montrés que l'absorption de l'eau par un sol couvert de graminées est sept fois plus forte que pour un sol nu (**DULEY M**) in (**BOUFAROUA et al ,1998**).

II.2.2.3. Le buttage et le billonnage

Selon (**MAZOUR, 2004**) le labour suivi d'un billonnage pouvait augmenter les risques d'érosion par le simple fait qu'il augmente la pente du terrain, mais si on oriente le billon, perpendiculaire à la plus grande pente, ceux-ci peuvent stocker dans le sillon une quantité non négligeable d'eau et de matériaux sableux ou limoneux en suspension .le billonnage en courbe de niveau est deux fois plus efficace que le simple labour en courbe de niveau, il réduit l'érosion à environ 30 % du témoin travaillé à plat pour des pentes de 1 à 8% mais l'efficacité du billonnage diminue lorsque la pente augmente.

II.2.2.4. Les cordons en pierres

Les cordons pierreux sont des obstacles filtrants qui ralentissent la vitesse de ruissellement ; ils permettent la sédimentation des particules (sables, mais aussi terre fine, matière organique) à l'amont de la diguette, une augmentation de l'infiltration des eaux ruisselantes (**HIER, 1995**) in (**TRAORE, 2008**).

La mise en place des dispositifs filtrants qui ont l'avantage de laisser passer l'eau excédentaire et donc ne risquent pas d'être emportés comme les diguettes en terre (**RUELLE et al, 1990**).

L'efficacité des cordons de pierres en matière de conservation et de rétention de l'eau est reconnue par la plupart des paysans.

Cependant la technique est jugée trop coûteuse face au revenu annuel des paysans des zone aride qui est très bas ne permet nullement d'investir dans les techniques et les cordons qui existent dans la région sont le fruit d'un travail familial ou d'une contraide sociale (**TOUIZZA**).

II.2.2.5. Les cultures associées

En particulier l'implantation des haies vives tous les 5 à 10 mètres permet de produire une masse de fourrage et de paillage qui peuvent retourner du sol durant la culture. On utilise

généralement des arbustes légumineux ayant un enracinement profond et capable de produire entre 4 et 8 tonnes de matière organique sèche/ha/an.

(BALASUBRAMANIAN et SAKAYANGE, 1992 ; NDAYIZIGIYE, 1992 ; KONIG, 1992) in (MAZOUR, 2004).

Selon le même auteur, le bocage ou l'association étroite entre les cultures, l'élevage et l'arboriculture ; actuellement face à la mécanisation et l'industrialisation de l'agriculture, la crise économique et la désintégration des sociétés traditionnelle entraînent l'abandon de ces méthodes décrites avec admiration par des géographes et des ethnologues mais méprisées par des experts «modernes» en conservation des sols qui les considèrent comme insuffisantes pour résoudre les problèmes d'aménagement des grands bassins versants.

II.2.2.6 Les murettes

La construction d'une murette en pierre sèches suivant les courbes de niveau ; constitue à la fois un obstacle qui diminue la vitesse d'écoulement de l'eau sur la pente et un filtre qui retient les matériaux entraînés dans la zone comprise entre deux ouvrages, elle se colmate peu à peu en amont : dans les zones arides, les murettes de pierre sont construites en priorité pour isoler les champs cultivés du bétail.

II.2.2.7. Les terrasses

Les terrasses souvent irriguées sont nées en Chine il y a 300 ans et se sont répandues dans le bassin méditerranéen avec le commerce de la soie et des esclaves il y a environ 1500 ans **(ROOSEÉ et al, 2001).**

La technique est simple, les versants sont diversifiés en plate forme horizontale plus ou moins écartées les uns des autres, on travaille en déblai à l'amont de l'axe de la future terrasse en remblai à l'aval de cette axe, les terres de remblais sont soutenues à l'aval soit par un mur de pierre sèche, soit par une pente gazonnée par ce procédé on diminue la pente, on diminue sensiblement l'érosion mais on ne la supprime pas puisque les eaux de ruissellement descendent malgré tout, de haut en bas du versant.

II.2.2.8 L'apport de matière organique

La matière organique est un agent de liaison entre les particules minérales de sol **(CHENU ; 1989) in (LE BISSONNAIS et al, 1995)**

L'apport de la matière organique enrichit le sol et améliore ses qualités physiques en augmentant la perméabilité. Ce qui se traduit par une diminution de l'encroûtement et la battance par une augmentation de la capacité de stockage en eau (diminution du ruissellement).

II.2.2.9. Les talus

Il s'agit d'une rupture de pente provoquée par les paysans entre deux parcelles pour servir de limite. Elle est taillée au fil du temps dans les formations superficielles, le sol ou dans la roche en place lorsqu'elle est tendre (schisteuse ou marneuse). Les talus créés par creusement intentionné

existent aussi dans la région, mais ils sont moins fréquents que ceux provoqués par le labour. (ALKARKOURI *et al*, 2000).

II.2.3. Les stratégies modernes d'aménagement des bassins versants

A l'occasion de graves crises sociales se sont développées des stratégies modernes d'équipement hydraulique des montagnes. Il s'agit essentiellement de reforestation des hautes vallées, d'améliorations foncières, de correction des torrents et ravins et de terrassement des terres cultivées sur fortes pente. La priorité a été donnée à la réalisation de gros chantiers de terrassement et de reforestation.

II.2.3.1. La restauration des terrains en montagne (RTM)

A été développé en France vers les années 1850 pour faire face à la crise d'érosion due aux montagnards qui ne pouvaient suivre sans mener leurs troupeaux sur les terres communales déjà sur pâturées.

La dégradation des couvertures végétales et le tassement des sols par le bétail ont entraîné le développement catastrophique des torrents, pour protéger les vallées aménagées et les voies de communication des masses de terre mobilisées par ceux-ci (LILIN, 1986) in (ROOSE.É ; 1994).

Les problèmes des éleveurs pauvres ont été résolus par l'émigration vers les villes industrielles et les collines (ROOSE.É, 1998).

II. 2.3.2 La conservation de l'eau et du sol (CES)

A été créée lors de la terrible crise de 1930 pour conseiller les fermiers volontaires qui demandaient aux agronomes un appui technique et financier pour lutter contre l'érosion à l'USA. En effet l'extension rapide des cultures industrielles peu courantes (Coton, arachide, maïs). Dans les grandes prairies a déclenché une érosion éolienne catastrophique des nuages de poussières obscurcissent le ciel en plein jour.

II.2. 3.3 Défense et restauration des sols (DRS)

S'est développée en Algérie puis autour du bassin méditerranéen vers les années 1940-1960, pour faire face à de graves problèmes de sédimentation dans les retenues artificielles et de dégradation. Des routes et des terres. Il s'agissait avant tout de mettre en défens les terres dégradées par le surpâturage et le défrichement et de restaurer leur potentiel d'infiltration par l'arbre considérée comme le moyen le plus sûr d'améliorer le sol. Dénommés moyens mécaniques et une main d'œuvre locale abondante ont été mis en œuvre pour reforester les terres dégradées et pour structurer des zones d'agriculture intensives.

II. 2.3.4. La gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES)

A la fin des années 80, de nombreuses critiques de chercheurs de socio-économistes et d'agronomes se sont élevées pour constater l'échec fréquent des démarches d'aménagement

hydraulique menées. Trop rapidement sans tenir compte de l'avis des populations (**LOVEJOY et al, 1986**) in (**MAZOUR, 2004**).

Une nouvelle stratégie y est née qui tire mieux compte des besoins immédiats des paysans et des éleveurs. Elle tente de résoudre leurs problèmes immédiats, valoriser la terre et le travail des ruraux en améliorant le système de culture, en particulier l'infiltration de l'eau, l'enracinement et la nutrition des plantes. Cette approche a été nommée «gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (**ROOSE.É, 1994**).

Partant du 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 des sols et propose l'intensification de la productivité des terres pour faire face à la croissance démographique.

L'objectif d'aménagement de GCES en zone semi-aride en de hors des zones de plaine, la culture en sec devient aléatoire, il faut donc capter l'eau de surface sur les versants non agricoles pour la stocker (nombreuses banquettes, citernes, mares et canaux en terre) ou l'orienter vers des piémonts et glacis à sols plus épais : là l'eau et les nutriments vers les souches des plantes cultivées (billonnage cloisonné, planches, micro-barrage, cuvette pour les arbres fruitiers).

En zones arides, il faut se protéger contre les épisodes de crues dans les fonds de vallée et disposer d'espaces plans irrigables (terrasses des fonds de vallée en plus de quelques rares sites de sources).

Les aménagements ont ainsi circonscrits à la SAU et même à sa partie irriguée car, dans ces milieux il est inconcevable de produire hors des ouvrages de CES. (**LAOUNA, 2007**).

Dans les steppes arides localement mise en culture récemment nous assistons depuis quelques années seulement, à la mise en place des seuils et des murettes pour retenir le sol et l'eau. En fait, la mise en culture elle-même des dépressions et fonds de vallées repose sur la gestion des eaux de ruissellement récupérées sur les versants et les glacis et conduites en épandage plus ou moins contrôlé vers les dépressions peut aboutir à la destruction totale des sols et la désertification de ces milieux. Le recours aux techniques de conservation dans les piémonts semi-arides vise justement à atténuer les formes vives d'érosion nouvellement apparues. D'un autre côté dans ces milieux où les précipitations sont faibles et irrégulières, les ouvrages de GCES s'avèrent nécessaires pour emmagasiner suffisamment d'eau pluviale dans le sol pour garantir une certaine production végétale (**LAOUNA, 2007**).

II.2.4- LES AMENAGEMENTS APPLIQUES ACTUELLEMENT DANS LES BASSINS VERSANT ALGERIENS

La défense et restauration des sols (DRS) est née d'un mariage de raison entre la RTM de (reboisement des hautes vallées, correction torrentielle) et la CES des agronomes (banquettes plantées d'arbres fruitiers). Cette technique fut développée par les forestiers dans les années 1940-

1980 autour du bassin méditerranéen pour faire face aux graves pénuries d'eau à la dégradation des équipements et des terres.

En Algérie malgré les 800000 hectares de reforestation (ceinture verte) et l'aménagement de banquettes sur 350000 hectares cultivées, la dégradation de la végétation et des sols continue.

Sur les terres agricoles, les labours ont détruit 12% des banquettes entre 3 et 25% de pente.

Sur les souches résistantes 36% des banquettes sont méconnaissables seul 14% des ouvrages réalisés sur formations granitiques résistent du cheminement du détail (ROUSEÉ *et al*, 1999).

II.2.4.1 les gabions

Les gabions sont de pierres et montés les uns sur les autres. Les pierres remplissent les gabions auront des dimensions suffisantes pour ne pas passer entre les mailles et seront bien réparties dans chaque cage ; il ne faut pas placer les petites pierres au centre et les grosses à l'extérieur

Il est donc préférable de remplir les gabions à la main, ce qui minimise le risque d'une déformation importante de la structure à moyen terme.

A moyen ou long terme, les mailles des gabions peuvent être brisées par les troncs d'arbres et autres matériaux susceptibles d'être charriés par le courant ; c'est là le principal inconvénient des murs en gabions (Ministère de l'environnement, 1999)

Les gabions sont destinés à freiner la vitesse d'écoulement des eaux de crues et permettent ainsi de recharger la nappe souterraine irriguer les terrasses avoisinantes par épandage d'une partie des eaux de ruissellement réduire le pouvoir érosif des eaux et les risques d'inondation dans les zones en aval. (BOUFAROUA *et al*, 1998).

II.2.4.2. les seuils en pierres sèches

Un seuil est un ouvrage qui s'apparente à un barrage perméable qui ralentit l'eau de ruissellement et arrête l'érosion latéralement provoquée par les crues et la stabilisation de lits des ravins érodés par les creusements verticaux des crues.

La pierre comme matériaux de construction des seuils est parfaitement bien adoptée d'autant plus qu'elle existe localement.

La hauteur de ces ouvrages ne dépasse pas les trois mètres et ne sont jamais établis dans les terrains argileux.

Tableau n°05 : Expérience concernant l'efficacité de divers types de seuil en Algérie

Type de seuil	En gabion	En pierres sèche	En grillage
Capture des sédiments	Très rapide	Rapide	Rapide
Durabilité	Assez durable	Fragile	Plus durable
Efficacité	Assez bonne	Moyenne	Moyenne.

(Source : ROUSEÉ *et al*, 1999).

II.2.4.3 Aménagement pastoraux

L'aménagement de parcours a pour but de déterminer le nombre d'animaux pouvant assurer leur subsistance sur un parcours donné et de définir les moyens à mettre en œuvre pour tirer le meilleur parti.

Les tentatives d'organisation des éleveurs et de parcours sont nombreuses et très peu ont donné des résultats positifs allant dans le sens de l'amélioration des parcours.

En 1981 fut créé par décret, le haut commissariat au développement de la steppe (HCDS) chargé de mettre en place une politique de développement intégrée de la steppe, en tenant compte de tous les aspects économiques et sociaux.

Le HCDS lança plusieurs actions d'amélioration des parcours steppiques : mise en défens, plantations fourragères, ensemencements.

Compte tenu de l'absence de précipitation des agro-éleveurs et du non-règlement du problème foncier ces actions n'ont aucun effet positif sur la régénération de parcours, au contraire la dégradation des parcours s'est aggravée de plus (NEDJEMI *et al*, 2006).



Photo n°7 et 8 : Les seuils en pierre sèche



Photo n° 9 et 10 : Les seuils en gabion utilisés dans la fixation des ravines



Photo n°11 et 12 : Fixation biologique des berges avec eucalyptus

Planche n°02 : Types d'aménagement mécaniques et biologiques

DEUXIEME PARTIE

Présentation Du Milieu Naturel





CHAPITRE I

Situation géographique de la zone
d'étude

Situation géographique de la zone d'étude

Naama, wilaya frontalière avec le royaume du Maroc, est limitée :

- Au Nord par les wilayate de Tlemcen et Sidi-Bel-Abbès,
- A l'Est par la wilaya d'El bayadh,
- Au Sud par la wilaya de Béchar,
- A l'Ouest par la frontière algéro-marocaine.

La zone concernée par cette étude est la partie Sud-Ouest des hautes plaines oranaises. Elle se rattache administrativement à la Wilaya de Naâma. Cette dernière est issue du dernier découpage administratif de 1984. Elle se compose de 07 Daïras regroupent 12 communes. Elle est insérée entre l'Atlas tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud.

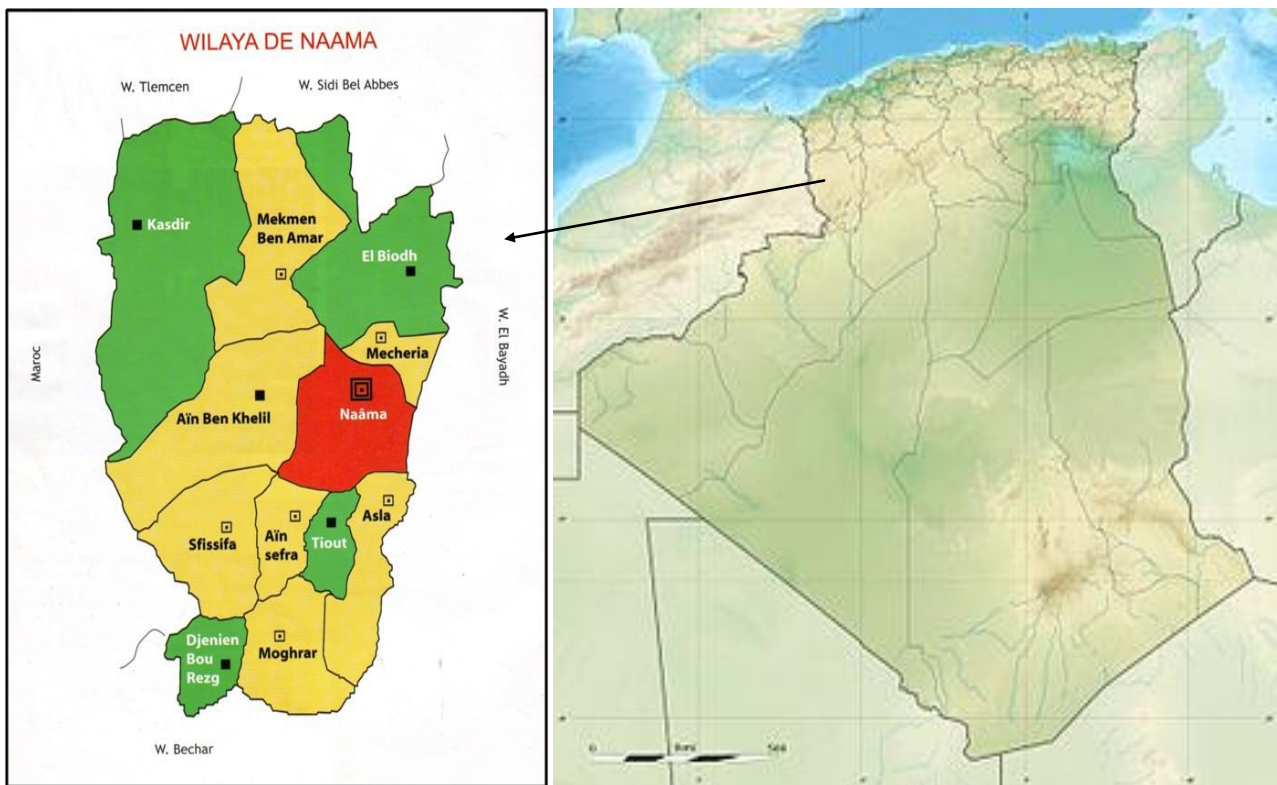
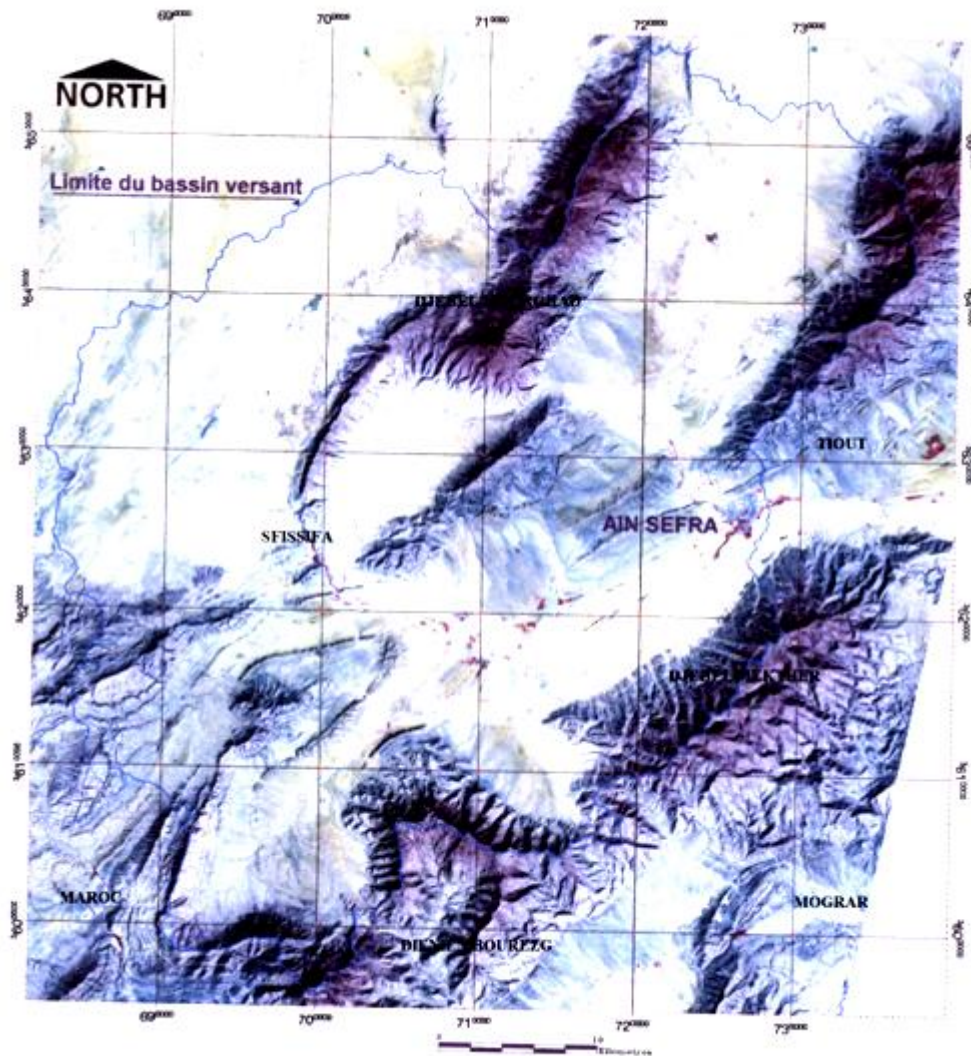


Figure n°03 : La situation géographique de notre zone d'étude (Ain Sefra)

La daïra d'AIN SEFRA appartient administrativement à cette wilaya et situe au sud-ouest de cette dernière. Elle s'étend sur une superficie de 1023.13 Km² pour une population estimée à 54229 habitants, soit une densité de 53.00 ha/ Km² limitée au Nord par la commune de Naâma, à l'Est par celle de Tiout, à l'ouest par la commune de Sfissifa et au sud par Moughrar. (D.P.A.T,2011).

La ville est à 1075 mètres d'altitude est situe entre deux montagnes ; Djebel Mekther au sud et Djebel Aïssa au nord. Elle s'agit d'une partie des monts des Ksours et des piémonts de l'Atlas saharien, traversé par l'oued de Tirkounte et de Breidj considérées comme l'affluent principal de l'oued Ain sefra. Elle est caractérisée par la prédominance de l'activité pastorale et l'agriculture de type oasisien.



Localisation :

1° 3' 10"W et 0° 27' 55"W

32° 28' 49"N et 33° 1' 16"N

Périmètre : 255.1 km

Superficie : 1948 km²

Altitudes

Altitude Min : 1 048.2 m

Altitude Max : 2 207 m

Altitude Moy : 1 331.4 m

Figure n°04 : Limitation de bassin versant étudié (Ain Sefra)

I.1. ETUDE DE BASSIN VERSANT D'AIN SEFRA

Le bassin versant de AIN SEFRA constitue par deux petits bassin versant des oueds Tirkounte et Braidj sont situés au sud ouest de territoire Algérien, à l'ouest de la ville de ain sefra. Les deux oueds traversant la ville d'ain sefra, se rejoignent pour former en plein centre de tissu

urbain l'oued AIN SEFRA, puis plus en aval l'oued El Rghouiba, formant la partie amont du grand bassin versant saharien du Namous, qui décharge ses eaux dans le grand Erg occidental.

Notre bassin versant est divisé en plusieurs sous bassins importants

- Pour le bassin de l'oued Tirkounte on note deux grands affluents rive droite, suivant une direction Ouest- Est.
- Pour le bassin de l'oued EL breidj, l'affluent le plus important est oued Es-sfissifa à écoulement de direction Nord Ouest- Sud Est. Un autre affluent d'importance moyenne est oued El Djeliba qui s'écoule suivant la direction Sud Ouest-Nord.
 - L'oued Tirkounte prend sa naissance dans le djebel Morghad à une altitude maximal de 2136m (ras touil) et se dessine après jonction d'un grand nombre d'affluents à forte densité de drainage. L'oued suit son parcours montagneux jusqu'à sa jonction avec oued El breidj au niveau de plein centre de la ville d'AIN SEFRA.
 - Oued El breidj prend sa naissance dans Mir EL Djebel et Mzi à une altitude culminant à 2187m. Le Breidj suit une direction Nord est jusqu'à sa jonction son plus important affluent Es-SFISSIFA (altitude 1190m), puis continue dans la même direction jusqu'à sa jonction avec oued Tirkount.
- Sur la rive gauche on a oued Es sfissifa drainant la plus grande partie de bassin versant d'oued El breidj.
- Sur la rive droite se déverse oued El Djeliba de moindre importance puisque drainant une surface relativement plus petite.

I.2. CARACTERISATIQUES DU BASSIN VERSANT D'AIN SEFRA

Caractéristiques morpho métriques

A – Superficie

C'est le paramètre le plus important de bassin parce qu'il permet de contrôler l'intensité de plusieurs phénomènes hydrologiques tel que le débit, le volume de précipitation, ou l'infiltration, etc.

La surface de bassin versant peut être mesurée par superposition d'une grille dessinée sur papier transparent ou papier millimétré, par l'utilisation d'un planimètre ou, mieux par des techniques de digitalisation.

B- Périmètre

Le périmètre correspond à la longueur du bassin, il est mesuré à l'aide d'un curvimètre et peut aussi être estimé d'après la formule suivante :

$$P = kS^n R_f^m$$

Ou :

S : Superficie de bassin

R_f : facteur de forme.

K.n.m : Coefficient ayant comme valeur moyenne respective ; 4.5 et -0.5.

C- La forme

La forme d'un bassin versant est la configuration géométrique telle que projetée sur un plan horizontal. Elle affecte directement son temps de réponse c-a-dire le temps de parcours des eaux à travers le réseau de drainage, et par conséquent le type d'hydrogramme.

Pour déterminer la forme de bassin versant on calcule l'indice de compacité de GRAVELIUS (**Kc**).

Et le rectangle équivalent.

C.1. L'indice de compacité de Gravelius (Kc)

Ce coefficient est le rapporte entre le périmètre du bassin et la circonférence du cercle ayant la même superficie que le bassin versant.

$$Kc = P/2\pi R \text{ avec } A = \pi R^2$$

Sachant que *P* est le périmètre et *A* la surface du bassin.

Ce coefficient est donné finalement par la relation suivante :

$$Kc = 0.28 P/\sqrt{A}$$

Ce coefficient est égal à 1 lorsque le bassin est parfaitement circulaire car le cercle est l'élément le plus compact.

C.2. Le rectangle équivalent

La notion du rectangle équivalent appelée aussi rectangle de Gravelius est une transformation purement géométrique en vertu de laquelle on assimile le bassin à un rectangle ayant le même périmètre et la même superficie.

De cette façon, les courbes de niveau deviennent des droites parallèles aux petites cotés du rectangle, et l'exutoire est l'un des ces petits cotés.

En effet le rectangle équivalent permet de comparer les différents bassins versant entre eux du point de vue forme, répartition hypsométrique, pente globale, etc...

$$L = \frac{Kc\sqrt{A}}{1-Kc} \left(l + \frac{\sqrt{l-(1-Kc)^2}}{Kc} \right)$$

L= longueur du rectangle équivalent.

l = largeur du rectangle équivalent

A= la surface égal à L x l (Km²)

P= le périmètre = 2(L + l) (Km).

Notre bassin d'étude s'étend dans la chaîne de montagnes, au djebel Aissa (point culminant est à 2207m) remontant les Monts atlasiques Ouest. Le bassin de l'oued Ain sefra s'allonge du Nord ouest au Sud –est parallèlement aux affleurements donnant des crêtes limitantes.

Le bassin étudié, couvre une superficie estimée à 1948 km², l'altitude moyenne est évaluée à près de 1331.4m, les lignes de crêtes situées entre 1700 et 2200m dont le point culminant étant 2207m.

Forme deux chaînons montagneux, très arrosés en automne et hiver. Par conséquent, les affluents

afférents, assez importants en matière de crues, drainent de manières énergiques la partie latérale des versants montagneux.

Au bassin de l'oued Ain Sefra, les caractéristiques physiques du bassin ont été déterminées à partir des estimations physiographiques, effectuées à échelle de 1/200000^{eme} du fonds topographique conforme dont l'erreur commise ne peut dépasser les 10%. Les paramètres essentiels de base, donnant le caractère morphologique du bassin sont résumés ci-après.

Tableau n°06 : Récapitulatif des caractéristiques morpho métriques :

Paramètre	Evaluation	Unité
Superficie du bassin	1948.0	Km ²
Périmètre du bassin	255.1	Km
Altitude maximale	2207	m
Altitude moyenne	1331.4	m
Altitude minimale	1048.2	m
Longueur du talweg principal	89.8	Km
Longueur de rectangle équivalent	110.89	Km
Largeur de rectangle équivalent	17.57	Km
Quotient des composants C	3.59	
Indice de compacité Kc	1.63	
Pente moyenne	4.29	%
Temps de concentration	16.30	Heures
Vitesse de transfert de ruissellement Vt	8.0	Km/h
Facteur de fréquence F	7.2	Km ²
Densité de drainage Dd	3.2	Km/ Km ²

Compte tenu de son caractère notable de confluence, le bassin peut être assimilé au réseau organisé dont la hiérarchisation du chevelu hydrologique présente une série géométrique à coefficient pratiquement constant estimé à 3.2. Mais en matière de forme le bassin traduit un allongement assez développé (Kc=1.63), où seules les conditions structurale induisent une forte érosion linéaire au niveau des marnes encadrées par les affleurements calcaires.



CHAPITRE II

Etude du milieu naturel

Etude du milieu naturel

II.1.Type de sol et le couvert végétal

Le sol est un milieu cohérent dont les propriétés s'expliquent par son histoire, les conditions de son environnement et souvent aussi par l'action humaine. Les sols steppiques sont pauvres et fragiles à cause de la rareté de l'humus et de leur très faible profondeur. «Adaptés au régime climatique aride, ils sont généralement peu évolués, moins profonds et parfois inexistant. Ils sont caractérisés par une évolution beaucoup plus régressive que l'inverse, c'est-à-dire la morphogénèse qui l'emporte sur la pédogénèse». (HADDOUCHE, 1998).

Les sols steppiques ont deux caractères principaux :

- Pauvreté et fragilité des sols, prédominance des sols minces de couleur grise due à la raréfaction de l'humus. Ce sont les sols les plus exposés à la dégradation :
- Existences des sols cultivables dont la superficie est limitée et bien localisée.

Notre zone d'étude les sols minéraux bruts d'érosion, sont liés aux affleurements rocheux et sont situés sur de fortes pentes. En fonction du substrat rocheux, on distingue principalement les lithosols et les rigo-sols en altitude. Les dépressions qu'elles soient linéaires (lits d'oueds) ou des dépressions fermées constituées par les chottes et les dayas sont les meilleurs sols. Ce sont des sols formés par des éléments fins déposés par les eaux de ruissellement, constituant un horizon pédologique très fertile, les sols des piémonts sont beaucoup moins homogènes et moins épais. Leurs constituants sont plus grossiers et moins stables que ceux des sols des dépressions. (HADDOUCHE, 2009).

Dans les hautes plaines sud oranaises l'aridité du climat ne permet pas le développement d'un couvert végétal capable de protéger la surface du sol, la plus part des espèces, en ce milieu aride, ont acquis des caractéristiques biologiques et morphologiques particulières leur permettant de surmonter toutes les conditions défavorables au milieu. Malgré le faible taux de recouvrement la végétation steppique constitue une ressource naturelle de grande importance notamment dans la protection du sol contre le phénomène de l'érosion éolienne, hydrique et dans la structure des horizons superficiels du sol.

La végétation naturelle de la zone d'étude est caractérisée par une physionomie de steppe sauf dans les montagnes où subsistent les restes de forêts primitives abattues par l'homme à base de *Pinus Halepensis* et *Juniperus Phoenicea*. En dehors de ces espèces forestières, l'aspect de la steppe change avec le gradient pluviométrique et la nature du sol. La steppe sud oranaise est dominée par les formations végétales suivantes :

- Steppe à alfa (*Stipa tenacissima*) ;

- Steppe à armoise blanche (*Artemisia herba Alba*) ;
- Steppe à sparte (*Lygeum spartum*) ;
- Steppe à halophytes ;
- Steppe à psamophytes.

(BENSAID, 2006).

II.2. Le Relief

La plus part des facteurs météorologiques (précipitations, températures) et hydrologiques sont en fonctions de l'altitude d'où l'importance de connaître la répartition des surfaces en fonction de l'altitude.

Les djebels de la zone d'étude se présentent sous forme d'ensemble massif à structures complexes et plus ou moins allongées et étirées suivant l'axe général du plissement sud-ouest Nord-est. Ces structures sont généralement liées à la tectonique, à la lithologie et à l'érosion.

Elles sont constituées de roches dures (calcaire, calcaire dolomitique et grès) d'âge Jurassique dont la pente des versants est généralement forte. Parmi ces structures plissées il importe de citer l'anticlinal d'âge jurassique culminant à 2136m de djebel Morghad d'orientation Sud-Ouest Nord-Est.

Il a été affecté par un accident technique ayant provoqué un décalage de continuité dans sa partie Sud-Ouest (Cuvette de Mekhizène). Un autre anticlinal plus septentrional correspond au djebel Antar, petit chaînon avancé de l'Atlas saharien à tracé en forme d'arc de cercle ouvert vers le Nord-Ouest et dont l'altitude n'atteint pas les 2000 mètres.

(REMAOUN K, 1998) in (BENSAID, 2006).

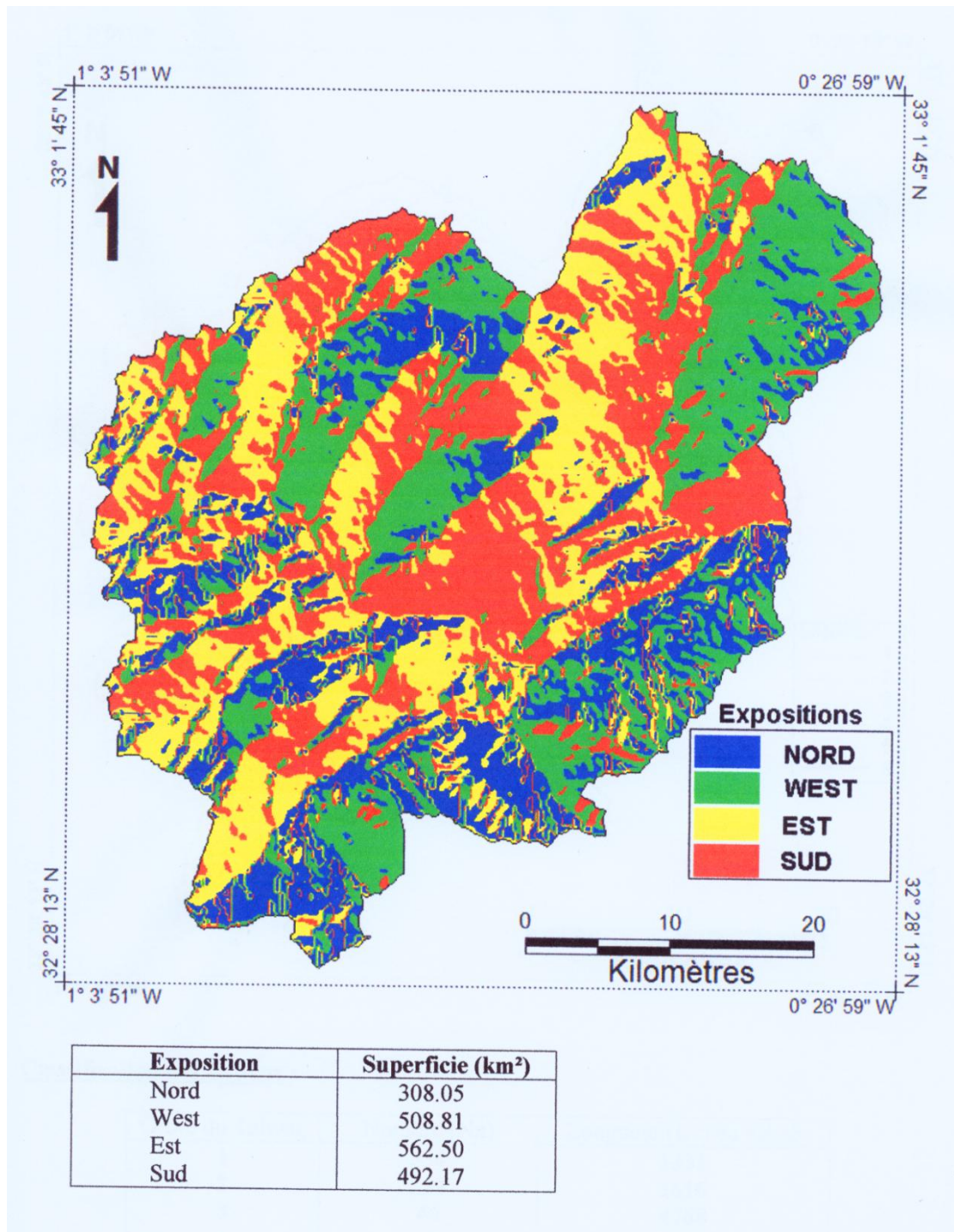


Figure n°05 : Carte des expositions

II.3. ASPECTS HYDROLOGIQUES

Les hautes plaines steppiques sont caractérisées par un réseau hydrographique de faible importance et par le phénomène d'endoréisme.

D'après la **direction de l'environnement (2009)** le bassin versant des monts des Ksour est d'une superficie de 8492km². Reçoit en moyenne 190mm de précipitation par année engendrant Ainsi un apport au moyen ruisseau de 30 à 36 hm³/an.

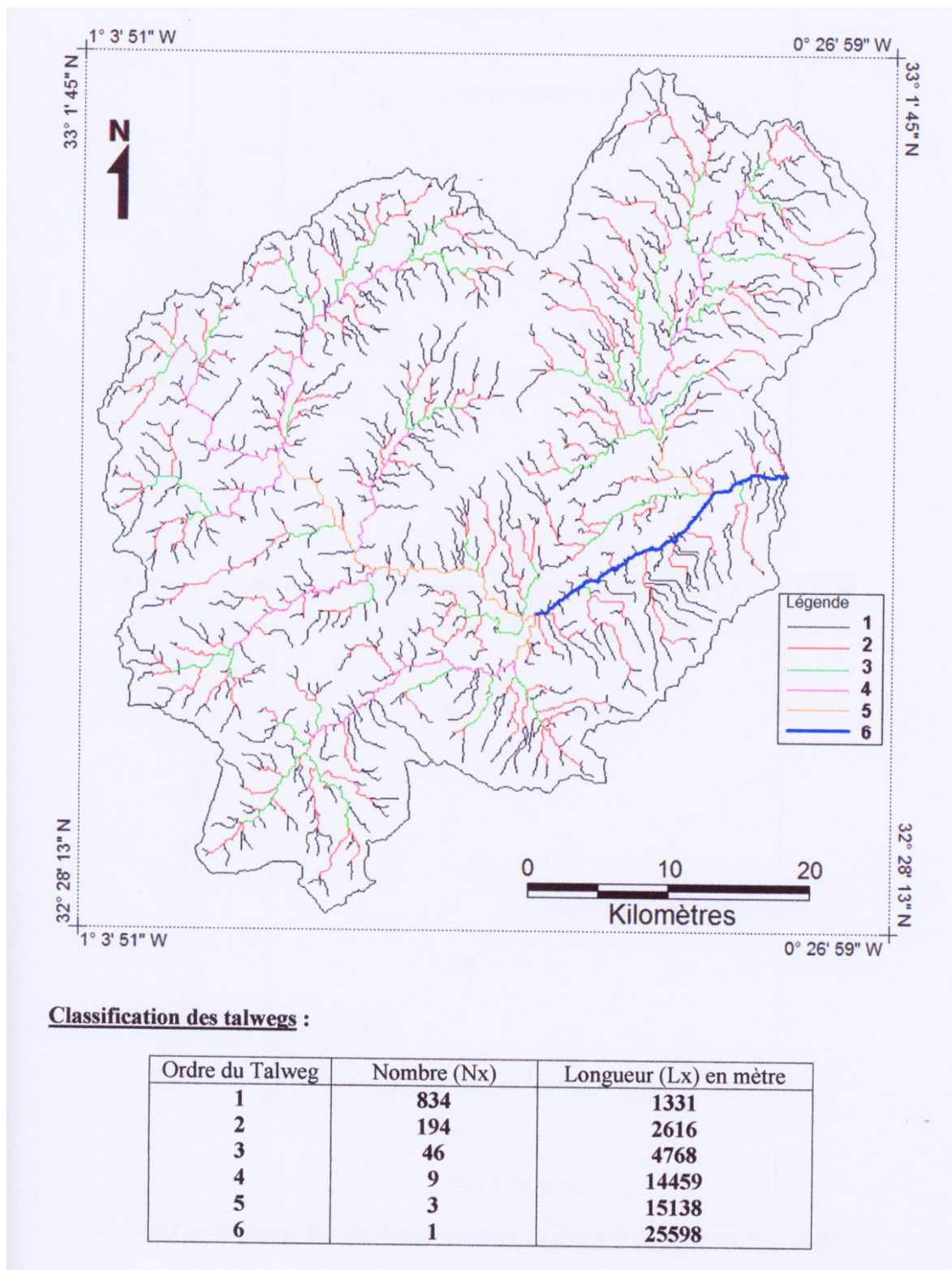


Figure n°06 : Réseau hydrographique de bassin versant d'AIN SEFRA.

On note la présence de deux types d'écoulement d'eau :

- De point de vue des eaux de surfaces :

Un écoulement assez dense, hiérarchisé, prenant naissance sur les versants des massifs de l'Atlas Saharien, est orienté entièrement en direction du sud vers le grand erg occidental, traversant ainsi l'ensemble de la barrière montagneuse.

C'est le cas de l'oued Breidj qui prend en charge les eaux de drainage des oueds Tirkounte et Sfisifa en traversant toute la dépression de notre zone d'étude «AIN SEFRA».

➤ De point de vue des eaux souterraines :

On sait que la wilaya de Naâma recèle d'importantes potentialités hydriques souterraines telle que la vallée de Ain Sefra- Tiout au sud de la dépression de Tirkounte, une autre nappe de moindre importance est contenue dans les alluvions de l'oued Breidj qui est limité au Nord-Est par la ville de Ain Sefra, cette nappe est développée dans une série d'alluvion sablo-Argileux d'une dizaine de mètres d'épaisseur exploitée par des puits et dont l'écoulement général à une direction SSE/NNW.

Les principaux oueds présentent un bon réservoir par ces tendances de puissance, c'est le cas de l'oued Breidj qui contient une nappe exploitée par de nombreux puits réservé à l'irrigation agricole des parcelles limitrophes.

D'après la direction de l'hydraulique de la wilaya (DHW, 2009), le potentiel hydrique, la production, la consommation et la capacité de stockage d'eau potable se présente.

Comme suit :

Tableau n°07 : Le potentiel hydrique à Ain Sefra au 31/11/2010

	Nombre	Débit (L/s)	Destination		
			Eau potable	Irrigation	Autre
Forages	34	760.5	318	430	12.5
Puits	317	640.5	02	632	6.5
Sources	00	04	04	Néant	Néant

Source : DHW(2011).

Tableau n°08 : Production et consommation d'eau potable à Ain Sefra au 31/12/2010

Volume produit (m ³ /j)	Volume distribué (m ³ /j)	Volume (m ³ /j) mobilisé
10 382.00	9 862.90	27 129.60

Source DHW(2011).

Tableau n°09 : Capacité de stockage d'eau potable à Ain Sefra au 31/12/2011

Château d'eau		Réservoir	
Nombre	Capacité (m ³)	Nombre	Capacité (m ³)
05	500	07	7450

Source : DHW(2011).

II.4. ASPECT PEDOLOGIQUES

La nature des sols et leur répartition sont en étroite relation avec les unités géomorphologiques, une plus grande superficie est occupée par les sols calcimagnésiques.

La classe de sols calcimagnésiques occupe la majeure partie de la zone d'étude. Elle est représentée par plusieurs types de sols : les rendzines, sols bruns calcaires et sols bruns calciques,

sols à encroûtement gypseux. Ces sols occupent les glacis du quaternaire ancien et moyen. (BENSAÏD, 2006).

A notre connaissance, il n'existe aucune étude pédologique au niveau de la steppe à l'heure actuelle. Il au moins, pour des connaissances générales nous avons jugés utile de donner une synthèse des caractéristiques des sols qui s'y trouvent classiquement dans la steppe et en particulier dans notre zone d'étude.

Tableau n°10 : pédopaysages : relation sol-morphologie.

Pédo paysages	Morphologie	Pente (%)
Sols minéraux bruts d'érosion	Sommets de djebels avec affleurement rocheux	12 à 25 et >25
Sols minéraux bruts d'apport éolien	Plaine glacis	00 à 03
Sols peu évolués d'érosion	Glacis de piémonts et/ou plaine glacis	12 à 25 et 00 à 06
Sols peu évolués d'apport alluvial	Terrasses récentes, zone d'épandage et dayas	03à 06
Sols peu évolués d'apport colluvial	Piémonts des djebels et les cônes de déjection	06 à 12
Sols calcimagnésiques carbonatés	Butes témoins et/ou glacis encroûtés de piémonts	00 à 03 et 03à 06
Sols calcimagnésiques à encroûtement gypseux	Glacis de raccordement et /ou anciennes zone de blocage	00 à 03 et 03 à 06
Sols iso humiques (siérogènes)	Plaine glacis et dépressions alluviales	00 à 03
Sols sodiques	Dépressions alluviales	00 à 03

Source : **HADDOUCHE, 1998**

II.5. ASPECTS GEOLOGIQUES

Les données géologiques fournissent des indications précieuses sur la nature du substrat où se développe la végétation, cette dernière répond d'une manière assez fidèle à la nature lithologique et aux formes géomorphologiques. La zone d'étude, s'organise autour de deux grandes unités structurales qui se succèdent du Nord au Sud : les hautes plaines sud oranaises et l'Atlas Saharien constitué par les monts des Ksour.

Dans la région d'AIN SEFRA, il existe des terrains allant de l'âge jurassique ou quaternaire récent. Les terrains jurassiques et crétacés sont essentiellement gréseux avec parfois des intercalations de marnes.

Les dépôts ayant subi les forces tectoniques du plissement atlasique présentent une série de synclinaux et d'anticlinaux plus moins parallèles de direction générale SW-NE.

Les anticlinaux et synclinaux de cette zone ou un fond presque plat et on passe de l'un à l'autre par une zone très inclinée aux flexures dans les quelles les couches les plus récentes présentées par des grès sont du crétacé moyen communément attribuées à l'albien.

Deux anticlinaux, l'un au Nord, l'autre au sud encadrent le synclinal. Ils affleurent des terrains gréseux plus anciens du jurassique supérieur et crétacé inférieur. Les deux anticlinaux ont donné des Djebels Aïssa et Makther.

Parmi les massifs montagneux de la région on cite :

- ❖ Djebel Mekther : 2062m à ras echergui, est anticlinal jurassique constitue essentiellement des grès et d'argile, son prolongement oriental s'arrête jusqu'à au niveau de la route nationale N°6 allant à Béchar.
- ❖ Djebel Morghad : culminant à 2136 m à ras Touil, est un anticlinal d'âge jurassique culminant à cet altitude, ayant été affectée par un occident tectonique provoquant un décalage de continuités dans sa partie Sud-Ouest (Cuvette de Mekhizène).
- ❖ Djebel Aïssa : 2207 m, anticlinal du jurassique supérieur à plusieurs sommets à 2000 m avec un abaissement de son extrémité Nord à l'Est de Mékaliss où son prolongement s'effectue par Djebel Tifkirt et saïgua. (**MELALIH, 2009**).

II.6. LA VEGETATION

La végétation steppique est formée en grande partie par des espèces vivaces ligneuses (Chamaephytes) ou graminéennes, arbustive ou buissonnante, elle est discontinue formant des touffes couvrant 10 à 80% de la surface du sol. C'est une végétation basse et traque une hauteur variable entre 10 et 60 cm. Ces espèces vivaces sont particulièrement adaptées aux conditions climatiques et édaphiques arides. Un grand nombre d'entre elles gardent leur verdure en saison sèche. (**HADDOUCHE, 2009**).

II.6.1-Steppes à alfa (*Stipa tenacissima*)

L'alfa est une plante pérenne qui est capable de résister aux aléas climatiques et aux conditions sévères de sécheresse tout en maintenant une activité physiologique même au ralenti (**AIDOU A. et TOUFFET J. 1996**). Les steppes à alfa investissent les espaces à bioclimats semi-arides à hiver frais et froid et dans l'étage aride supérieur à hiver froid. Elles colonisent tous les substrats géologiques de 400 à 1800 mètres d'altitude. Cette steppe couvre 4 millions d'hectares sur les Hauts-Plateaux, de la frontière marocaine à la frontière tunisienne; à l'ouest, elle déborde jusque dans le Tell, atteignant le littoral; au centre,

Elle couvre quelques milliers d'hectares dans le Sahara. Selon (**NEDJRAOUI D., 1981**) la production de l'alfa peut atteindre 10 tonnes de matière sèche par hectare (MS/ha) mais la partie exploitable est de l'ordre de 1000 à 1500 kg MS/ha. Sur le plan pastoral elle est qualifiée par la plus part des auteurs (**NEDJRAOUI D.1981; AIDOU A et TOUFFET J ; 1996; ABDELGUERFI A et LAOUAR M. 1996** et **KADI HANIFI ACHOUR H. 2000**) comme une espèce médiocre et de faible valeur

énergétique (0.3 à 0.5 UF 5/kg MS) L'alfa joue un rôle très important dans le maintien du sol et de sa protection contre le phénomène de l'érosion éolienne et les accumulations de sable au cours des périodes de sécheresses et de déficit hydrique du sol. La plus part des travaux de recherches réalisés dans la steppe ont confirmé la régression spectaculaire de l'alfa (**NEDJRAOUI D., 1981; DJEBAILI S., 1984; LE HOUEROU H.N., 1995; AIDOU D. et TOUFFET J., 1996; ABDELGUERFI et LAOUAR M., 1996; KADI HANIFI ACHOUR H, 2000; BENS AID et SMAHI Z., 2003**). Pourtant l'alfa a pu résister à la fois à la pression anthropique et aux aléas climatiques. L'exploitation de l'alfa remonte à 1870 où furent expédiées 42000 tonnes vers l'Ecosse. Ainsi, dix ans plus tard l'exportation atteignait les 80000 tonnes et elle s'établissait autour de 110000 tonnes dans les années qui précédèrent la guerre (**BENS AID, 2006**).

II.6.2. Steppe à armoise blanche : Chih (*Artemisia herba alba*)

L'armoise blanche est localisée dans les étages arides supérieurs et moyens à hiver frais et froid avec des précipitations oscillant entre 100 et 300 mm. Elle s'étale dans les zones humides (zone d'épandage) et sur un substrat plus au moins limoneux ou sur un sol argileux dans les fonds des dépressions non salées (**BOUABELLAH H. 1991**).

II.6.3. Steppe à spart (*Lygeum spartum*)

Le sparte est une espèce qualifiée de médiocre sur le plan pastoral comme l'alfa. Seules les jeunes pousses et ses inflorescences sont broutées par les ovins. Sa valeur énergétique (0.3 à 0.4 UF/kg.MS) est assez faible. Par contre, il constitue des parcours d'assez bonne qualité avec un pouvoir de régénération et une productivité relativement élevée. Il produit en moyenne 65% de sa phytomasse sur pied.

II.6.4. Steppe à halophytes

La concentration et la répartition inégale des sels dans l'espace ont donné naissance à une formation particulière de la végétation steppique halophile très appétissante autour des dépressions salées. Les espèces les plus répandues sont : *Atriplex halimus*, *Atriplex glauca*, *Suaeda fruticosa* et *Frankenia thymifolia*.

II.6.5. Steppe à psammophytes

Ce type de steppe se développe sur des terrains à texture sablonneuse et aux apports d'origine éolienne. Dans la plus part des cas elle suit les couloirs d'ensablement et se répartit également dans les dépressions salées. On distingue des steppes graminéennes à *Aristida Pungens* et *Thymellaea Microphyla* et des steppes arbustives à *Retama Retam* (raetam).



CHAPITRE

Ambiance climatique

Ambiance Climatique

III.1 : LE CLIMAT

Le climat de la steppe Algérienne, qui est l'une des caractéristiques principales des régions méditerranéennes arides et semi-arides, a fait l'objet de plusieurs travaux, on cite notamment, ceux de STEWART(1946); BAGNOULS et GAUSSEND(1957); STEWART(1968); DUBIEF(1959); POUGET(1980); DJELLOULI (1981); DJELLOULI et DAGET(1987); DJELLOULI(1990); LE HOUEROU(1995); BENABADJI et BOUAZZA(2000); AIDOUUD et al (2006) et HIRCHE et al (2007) in (HADDOUCHE, 2009).

Tous montrent que le climat est un facteur très important en raison de son influence prépondérante sur les zones steppiques et les précipitations exercent une action supérieure pour la définition de la sécheresse globale du climat. Il est contrasté avec une saison estivale sèche et chaude alternant avec une saison hivernale pluvieuse fraîche sinon froide.

Ce climat est caractérisé par :

- ✓ Des manifestations météorologiques très contrastées :

Concentration des précipitations sur quelques jours, le plus souvent en périodes fraîches d'octobre à Avril, pluviosité ne dépassant que rarement 400 mm.

- ✓ De faibles précipitations et un régime thermique relativement homogène.

Dans cette étude, il s'agit de caractériser la variation des températures et des précipitations sur une période de 21ans, allant de 1990 à 2010. Les séries d'observations sont fournies par les services de l'O.N.M.

Nous nous sommes basé uniquement sur les données disponibles au niveau de station de Ain Sefra et qui demeure la station la plus représentative de la région parce qu'elle est située presque au centre de bassin versant d'étude.

Les caractéristiques majeures de cette station reportée dans le tableau n°11 :

Tableau n°11 : Localisation géographique de la station d'AIN SEFRA.

Station	Altitude	Latitude	Longitude
AIN SEFRA	1065 m	0° 36'W	32°45'N

Source : ONM, 2011

Le choix de cette station et de cette période se justifie par les raisons suivantes :

- ❖ Station typiquement steppique et opérationnelle (disponibilité des données).
- ❖ Différence de distribution des pluies durant les années 1990 et les années 2000.

❖ Période de 24 années nous semble suffisante pour expliquer l'impact climatique sur le couvert végétal et dégâts provoquer par les inondations le long de cette période.

La démarche proposée est axée sur la recherche de la variation de la saison sèche durant la période considérée et l'étude de l'irrégularité inter et intra annuelles pour établir leur impact sur les changements des paysages. L'une des méthodes la plus caractéristique de ce type d'étude est la méthode de BAGNOULS et GAUSSEN (1957) basée sur la réalisation des courbes ombrothermiques qui permettent de fixer le début et la fin d'une période sèche aux intersections des courbes des valeurs moyennes mensuelles des températures et des précipitations surtout journalières.

III.1.1- les précipitations

La pluviométrie est parmi les principales composantes de climat qui contribue à la désertification et à la dégradation des sols des zones arides. En effet, l'aridité est une conséquence d'un déficit de précipitation par rapport à l'évaporation durant une période plus au moins longue de l'année (ARRIGNON, 1987).

Les précipitations moyennes annuelles fluctuent selon une fourchette de 150 à 300mm par an, le nord des hautes plaines sud Oranaises est plus arrosé par rapport au sud. De même la pluviosité augmente d'Ouest en est (gradient longitudinal). (BENSAID, 2006).

On utilise généralement la pluviosité moyenne annuelle pour caractériser la quantité de pluie en un lieu donné. La moyenne annuelle de la pluviométrie pour la période de 1989 à 2010 est de 199.93mm à Ain Sefra.

III.1.1.1- Régime mensuel des précipitations

Le régime mensuel pluviométrique de la région d'Ain Sefra contrasté entre la période 1989-2010 a atteint 199.93 mm (Tableau n°12). Le maximum de pluies qui arrosent la région est de 36.80mm de précipitation durant le mois d'octobre, et un minimum de 4.25mm durant le mois de juillet.

Ce n'est pas le total des pluies qui intéresse l'agropasteur, l'agriculteur et l'éleveur, mais surtout leurs répartitions dans l'année.

Tableau n°12 : Moyenne des précipitations mensuelles [1989-2010]

Mois	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
P(mm)	16.73	12.23	26.00	17.77	19.43	08.96	4.25	12.46	22.56	36.80	14.80	8.36	199.93

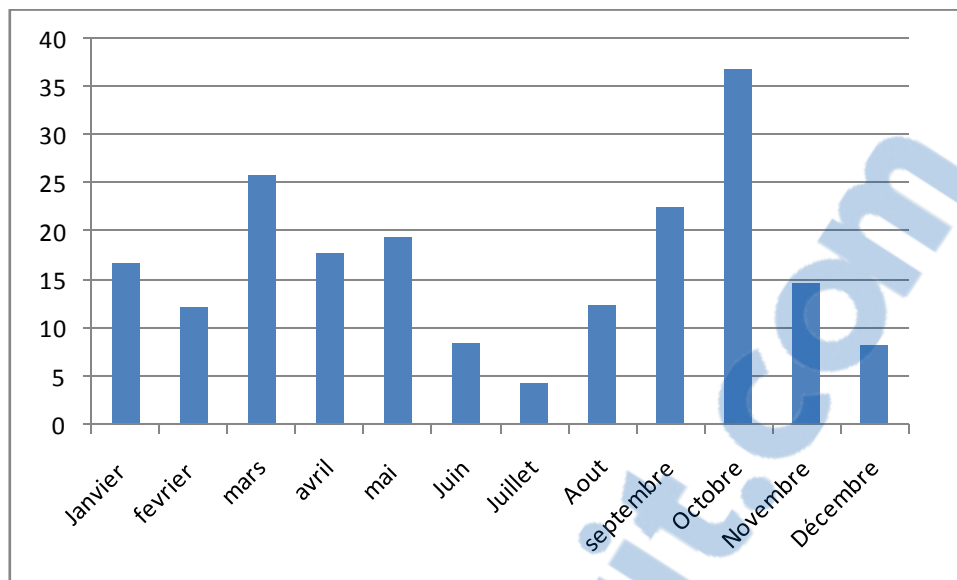


Figure n°07 : Répartition des précipitations moyennes mensuelles [1989-2010].

III.1.1.2- Irrégularité des pluies

Il est important de noter que globalement la pluviosité dans notre zone d'étude reste la même par rapport à la période [1913-1938] (**SELTZER, 1946**). La moyenne des précipitations est passée de 192mm [1913-1938] à 155.5mm [1978-2001] (**BENSAID, 2006**) pour arriver à 199.9 mm [1989-2010].

Mais ces moyennes calculées ne présentent pas réellement la réalité du terrain, elles sont utilisées uniquement pour dégager les différences périodiques (**HADDOUCHE, 2009**).

L'irrégularité des pluies dans la station de Ain Sefra est grande ; pour la période [1989-2010], la moyenne annuelle fluctue entre un minimum de 67 mm (année 2001) et un maximum de 441.6 mm (année 2008).

Souvent l'analyse de la variabilité mensuelle climatique dans la zone d'étude se base sur la pluviométrie du mois de Mars pour prononcer s'il s'agit d'une année sèche ou humide.

La pluie de ce mois est considérée comme de l'Or pur chez les agropasteurs (**BENSAID, 2006**).

Toutefois, ce que nous avons constaté sur la période

[1989-2010]. La pluviométrie de ce mois a reculé, cédant la première place au mois d'octobre pour presque la totalité des années de cette période.

Les valeurs de la pluviométrie de Mars fluctuent entre 1 et 164.4 mm (année 1991). A partir de l'année 1997 et jusqu'à 2002 (soit 6 années), les pluies de mois de Mars étaient trop faibles.

Pour le mois d'octobre, on enregistre des pics de 169.8mm, 229.3mm et 37mm pour les années 2007, 2008 et 2010 respectivement (taux de précipitation dépassant largement la moyenne périodique pour ce mois).

III.1.1.3- Distribution annuelle des pluies

Après avoir examiné la courbe des précipitations annuelles pour notre station il ressort trois phases. La première phase concerne la période de 1989 à 1994 est caractérisée par des précipitations

importantes enregistrés qui dépasse la moyenne annuelle exception pour l'année 1992 avec 92.6mm valeur enregistré en dessous de la moyenne annuelle.

La seconde phase de 1995 à 2007 pendant la quelle nous assistons à une baisse de la pluviométrie annuelle par rapport à la moyenne.

Les treize années successives ont marqué la plus grande période de sécheresse qui a frappé la région. Quant à la dernière phase de 2008 à 2010 est marqué par une remontée vers la normale des pluies après une longue sécheresse.

L'année 2008 est la plus pluvieuse de la série avec 441.6 mm (plus le double du total moyen annuel : 199.9 mm). Plus de 50% du total est tombé dans le mois d'octobre de cet année.

III.1.1.4. Variation saisonnière du régime pluviométrique :

Il est préférable que les saisons soient placées dans l'ordre qui intéresse les agropasteurs de la région steppique (l'automne commence au premier septembre). De ce fait, les saisons se répartissent comme suit :

- Hiver : Décembre. Janvier. Février ;
- Printemps : Mars, Avril, Mai ;
- Eté : Juin, Juillet, Août ;
- Automne : Septembre, Octobre, Novembre.

Tableau n°13 : moyenne des précipitations saisonnière (mm) [1989-2010] :

Saison période	Hiver	Printemps	Eté	Automne
1989-2010	37.32	63.2	25.27	74.14

On remarque que la saison la plus pluvieuse est l'automne avec 74.14mm en moyenne de précipitations, et la saison la moins pluvieuse est celle de l'été avec une moyenne de 25.27 mm.

Le régime saisonnier des précipitations de la station d'Ain Sefra durant la période [1989-2010] est de type A.P.H.E.

A.P.H.E (Automne, printemps, Hiver, Eté). A l'inverse de ce qui a été donné par (**BENSAID, 2006**), pour la période [1978-2001] où le régime saisonnier des précipitations de cette station était de type P.A.H.E. Ce la s'explique par l'abondance des pluies d'automne et surtout de mois d'octobre entre 2001 et 2006. Néanmoins, durant la période [1913-1938](**SELTZER, 1946**) le régime saisonnier des précipitations de cette même station était du même type, c'est-à-dire A.P.H.E.

Il faut noter que les pluies de l'été tombent assez fréquemment sous forme d'averses diluviennes et parfois elles Créent des dégâts considérables sur les cultures ainsi que sur les infrastructures de la ville.

Ces dégâts sont causés par l'intensité de la pluie et par la présence d'un sol qui favorise le ruissellement. Après une averse, le ruissellement devient très visible sur les glacis notamment. En

effet une longue période de sécheresse permet la formation d'une mince couche limoneuse au niveau de la partie superficielle du sol appelée «Pellicule de placage» qui empêche l'infiltration de l'eau dans le sol. (DJEBAÏLI, 1984).

Ainsi, en 20 octobre 1904 une crue détruisit la quasi-totalité du village de Ain sefra ; lors de cette crue périt Isabelle EBERHARDT âgée de 27ans, cette jeune femme poète écrivain décrit avec passion la région et se convertit à la religion musulmane en 1900. Elle trouve la mort, de même en 1955 des pluies torrentielles accompagnées de grêle se sont abattues sur la ville de Ain sefra provoquant de nombreuses coupures dans la voie ferrée et plus de dégâts à Moghrar où les eaux ont envahi et emporté une partie du village dont l'école. Ces crues se sont répétées en Octobre 2000 et 2008.

III.1.1.5. Distribution mensuelle des pluies

La saison pluvieuse est généralement active entre le mois de septembre et le mois de mai, sauf pour le mois de décembre ou de janvier, période qui constitue pour cette région une saison de transition entre les deux régimes atlantique humide et continental saharien. Les données pluviométriques montrent que les pluies sont relativement moins réparties au cours de l'année, à l'exception des mois de fin de saisons pluvieuses (décembre et juillet) où la précipitation, sous forme d'averses peu durables, peut être moins significative. Les mois les plus pluvieux sont enregistrés aux mois d'octobre et mars, favorisés par les intensités de type orageux.

III.1.1.6. Intensités de courtes durées

Afin d'étudier le caractère intensif des précipitations dans le bassin, il est nécessaire de formuler à partir du paramètre pluviométrique journalier, une expression mathématique déterminant les intensités de courtes durées significative. Pour cela, on dispose d'un fichier d'observation standard, relevant les pluies quotidiennes maximales annuelles dont il est possible d'extrapoler, d'une zone à l'autre en utilisant des méthodes statistiques appropriées.

Ainsi, la quantité de pluie tombée, en une durée d'intensité donnée, est admise si on la lie à la pluie maximale journalière par la formule décrite par Montana, et corrigée statiquement selon les coefficients climatiques adéquats. Compte tenu des études réalisées dans les régions proches de notre bassin, les intensités-durées-fréquences sont déterminées par la formule régionale élaborée pour les zones des hauts plateaux, et affinée notamment en fonction du relief de l'Atlas saharien. Cette formule se définit en relation avec les pluies maximales quotidiennes fréquentielles

Statistiquement déterminées, et ce par l'expression :

$$P(t)\% = a * P_{jmax} t^b$$

Où : a et b : Coefficients climatique ajustés convenablement au bassin projeté.

(Dans ce cas, a=0.347 et b=0.173 par extrapolation régionale)

P_{jmax} : Pluie de 24 h pour une fréquence donnée.

P(t) : pluie de durée (t) pour la même fréquence.

Tableau n°14 : Résultats des estimations statistiques des Intensités-Durées-Fréquence stations d'AIN SEFRA :

Temps de retour		2	5	10	20	50	100	1000	
Variable de GAUSS	U	0	0.842	1.282	1.644	2.054	2.3	3.1	Tc
P _{jmax} (mm)		35	53	66	78	95	107	151	Heures
AIN SEFRA		19.68	29.80	37.11	43.86	53.42	60.17	84.92	16.3

Les crues de l'oued Ain Sefra sont, après une enquête de connaissance sur le lieu, effectué avec la population riveraine, brusque et violente. Selon des témoignages recueillis sur le terrain, lors d'une récente crues sur site, les crues bien qu'elles soient rares mais considérables, peuvent durer plusieurs heures, voire des jours. Elles peuvent rouler des dizaines de millions de mètres cubes très chargés en matières en suspensions. Ce caractère est, en effet, caractéristique des hautes plaines dont les intensités de courtes durées, génératrices d'importantes crues, sont accentuées par le relief accidenté dans son aspect intensif.

III.1.1.7. Apports liquides

En l'absence de données d'observations suffisantes sur le bassin, nos estimations de l'apport liquide moyen annuel se sont basées sur les caractéristiques morphologiques ainsi que sur les enregistrements hydrologiques du bassin de Kheneg Mezariq (oued Malleh), au site de Bousseghoun, et celui du bassin de Ain Hadjadj à Ain sefra dont les conditions d'écoulement, présentent des analogies convenables avec notre bassin étudié. Aussi, une étude bibliographique des régions ayant les mêmes caractéristiques physiques que notre bassin. A fait l'objet d'une analyse globale pour déterminer au mieux l'écoulement annuel probable au projeté.

En outre, il a été appliqué plusieurs formules empiriques pour estimer cet apport dont les paramètres correctifs ont été de manière approfondie, ajustés conformément aux études similaires. Sachant convenablement l'état physique de notre bassin, ainsi que les propriétés morphométriques du site, et ce lors de notre sortie de terrain, les lois qui régissent l'écoulement annuel en été longuement discutés selon leur adaptation régionale.

Tableau n°15 : Répartition mensuelle des apports annuels selon la station hydrométrique de Ain Hadjadj : (Période : 1972-2004) :

Apports mensuels	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Année
Ain Hadjadj	2.78	4.56	2.76	0.93	0.96	0.76	2.65	2.10	2.69	0.80	0.73	0.61	22.34
Pourcentage%	12.5	20.5	12.4	4.2	4.3	3.4	11.9	9.4	12.1	3.6	3.3	2.7	100

Source : ANRH, (2011)

III.1.1.7.1 Estimation par rapport à un bassin de référence

Ayant une analogie globale acceptable entre le bassin étudié et celui de référence dans le domaine de la géomorphologie, de l'hydrologie fluviale et de l'état de recouvrement végétal, il a été transformé les valeurs calculées sur les deux sites de Ain Hadjadj et Malleh dont on connaît les valeurs des apports annuels, en fonction de la superficie variée du bassin étudié.

La formule de transformation s'exprime par analogie, en fonction des valeurs moyenne prises du bassin de référence. Ainsi, nous obtenons les résultats qui semblent conformes aux différentes études réalisées dans ce cadre :

$$A_M = (A_T * C_r) (S_M/S_T)^{0.8}$$

Où, les paramètres sont définis comme suit :

A_M : Apport moyen annuel au bassin d'Ain sefra ;

A_T : Apport moyen annuel au bassin de référence à l'Ain Hadjadj ;

S_M et S_T : Superficies respectives des deux bassins ;

C_r : Coefficients correctifs lié au climat et type d'écoulement et suivant l'étendue du bassin de référence. ($C_r=1$ pour la même région climatique).

Tableau n°16 : Evaluation de l'apport annuel au BV de AIN SEFRA par méthode du bassin de référence

Bassin de référence	Cr	Apport	Surface	A Ain sefra
Malleh	1	15.5	1700	17.28
Ain Hadjadj	1	23	2800	17.20
Recheg	1.1	14	1625	17.80

La valeur moyenne de l'apport moyen au site d'Ain Sefra par rapport à un bassin de référence est de 17.42 hm³.

III.1.1.7.2. Répartition mensuelle de l'écoulement

Si nous considérons que le régime des écoulements, répartis mensuellement, est en étroite corrélation linéaire simple avec la distribution mensuelle des apports mesurés à la station d'Ain Hadjadj, il est possible de répartir l'apport annuel de l'oued Ain Sefra par mois et par saison comme suit :

Tableau n°17 : Répartition mensuelle de l'apport annuel de l'oued Ain Sefra :

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Année
Ain Hadjadj	3.1	3.76	2.4	0.9	1.1	0.8	3.1	2.37	3.17	0.9	0.9	0.6	23.2
Ain Sefra	1.58	2.12	1.19	0.86	1.21	1.09	2.73	1.66	1.45	1.13	0.38	1.07	16.5
P(%)	9.6	12.8	7.2	5.2	7.3	6.5	17	10.1	8.79	6.8	2.2	6.4	100

Comme on peut le constater, la répartition mensuelle de l'apport annuel montre que les saisons humides et sèches se compensent par les deux régimes dominants dans le bassin des hauts plateaux, atlantique en hiver et continental en été. Ces deux saisons, en effet, plus apparentes, et dont la pondérance ne peut se distinguer de leur écoulement, sont à la limite des mois les plus secs (décembre-février en hiver et juin-aout en été) qui caractérise la transition des saisons pluvieuses.

III.1.1.8. Etude des crues

Les crues de l'oued Ain Sefra, s'apparentent à celles provoquées par les averses de type orageux dans toute la région des hauts plateaux. Elles sont généralement brusques et violentes d'origine atlantique, et accentuées par l'effet continental où les pluies génératrices, de durées limitées engendrent des intensités d'écoulement remarquables.

Les pluies sont rarement généralisées sur la région, mais compte tenu de son étendue significative, le bassin est peut être exposé aux crues assez importantes. Dans ces conditions, les crues sont catastrophiques et provoquent des inondations en aval de la ville d'Ain Sefra.

S'il on se réfère au profil en travers du lit majeur, de section large de plus de 100 mètres environ, les crues sont considérables malgré la faiblesse de la pente au voisinage de ville. La violence des crues pouvait être expliquée par l'affouillement des berges très visibles sur site du cours d'eau. Aussi, il est à signaler que les premières crues, après une longue période d'étiage, emportent des milliers de tonnes en apports solides qui peuvent être justifiées par les dépôts fameux, constitués de grès et de marnes sableuses, longeant l'oued en son lit mineur.

Ainsi, l'étude des crues a été basée sur plusieurs méthodes en tenant compte des études hydrologiques réalisées dans la région.

***.* Analyse statistique des débits maxima**

Reposant sur l'étude réalisée dans les bassins De Malleh et de l'oued Namous, limitrophes au bassin projeté, l'analyse statistique de la distribution de leur débits maxima donnerait comme valeurs fréquentielles des débits de pointe, en les ajustant aux mieux à la loi de GALTON. Ayant une analogie convenable, à un coefficient près, avec le bassin d'étude, il a été appliqué la formule de transfert développé par COUTAGNE, donnant généralement de résultats satisfaisants. Ces bassins de référence ayant comme coefficient correctif le paramètre qui caractérise le passage d'un régime aride saharien au régime semi-aride continental.

Selon l'influence des précipitations de ce bassin sur celui de référence, ce coefficient est pris égal à 1,1.

$$A = Q_r / S_r^{0.5} \text{ et } Q_{max} = A * S^{0.5} * C$$

Où, Q_r et S_r : sont respectivement des débits maxima et surface du bassin de référence ;

Alors, les débits de pointe pour le bassin de l'oued Namous à Ain Hadjadj sont évalués selon l'équation exprimant la distribution des valeurs, ajustée suivant la loi de GALTON :

$$\text{Log}(Q_{max}) = 0.3874 * U + 2.24$$

Par analogie statistique, les valeurs fréquentielles des débits pour notre bassin, seraient estimées suivant la même loi de distribution.

Tableau n° 18: Résultats des débits de crues obtenus par la méthode de transfert station de référence de Ain Hadjadj au bassin versant de Ain Sefra :(période : 1973-2003)

Temps de retour	2	5	10	20	50	100	1000
Fréquence	0.5	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
Q max à Ain Hadjadj							
Période humide	174	369	546	754	1087	1354	2764
Q max au BV de Ain Sefra							
Période humide	159.64	338.56	500.95	691.80	997.32	1242.30	2535.98

III.1. 2. Les températures

Les températures moyennes annuelles ont une influence considérable sur l'aridité du climat. Dans les hautes plaines sud oranaises, les températures varient normalement dans l'année, élevée en saison estivale et basses en saison hivernale.

Tableau n°19 : Les minima, les maxima et les températures moyennes mensuelles
de la période [1989-2010].

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
T(M)c°	13.40	16.04	19.66	23.05	27.87	33.88	37.98	36.73	31.23	25.19	18.47	14.71
T(m)c°	1.09	2.51	6.05	8.98	19.51	18.39	21.63	20.79	16.59	11.46	5.57	2.35
M+m/2	7.24	9.27	12.85	16.00	20.69	26.13	29.80	28.76	23.91	18.32	12.02	8.53

Dans notre zone d'étude le mois de Janvier reste le mois le plus froid de l'année et le mois de juillet est le mois le plus chaud, la température moyenne est de 17.79 C° durant la période [1989-2010]. Cette dernière affiche une tendance à la hausse, surtout pour les quatorze dernières années [1997-2010].

❖ *Evolution précipitation-température* :

Pour comprendre plus le comportement du climat dans cette région steppique, il nous y paraît intéressant de voir l'évolution comparative entre les précipitations et les températures.

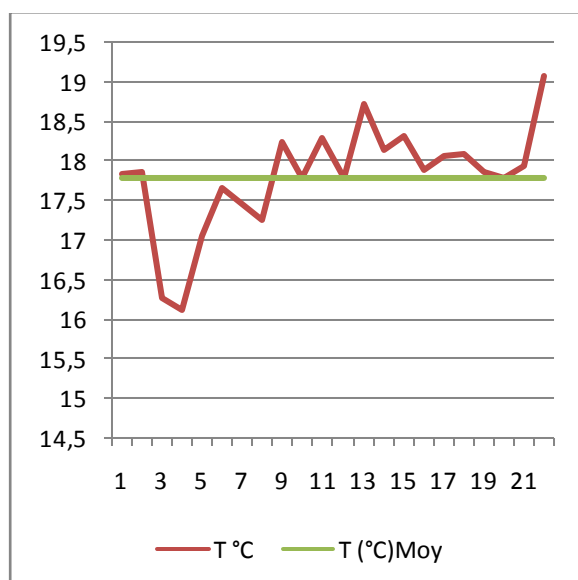


Figure n°8 : évolution annuelle des températures (1989-2010)

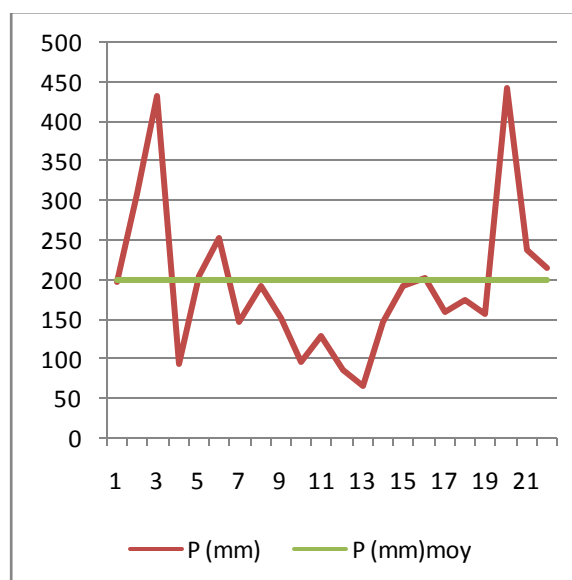


Figure n°9 : évolution annuelle des précipitations (1989-2010)

Le seuil de démarcation entre saison sèche et une saison humide a été mise en évidence par BAGNOULS et GAUSSEN (1953), les mois dont la pluviosité moyenne exprimée en mm est inférieure au double de la température moyenne exprimée en degrés Celsius sont considérés secs. Tout fois, les mois pour lesquels la pluviosité moyenne est égale au supérieur au double de la température sont considérés comme humides. Pour notre zone d'étude on enregistre 09 mois secs contre seulement 03 humides (Tableau n° 20)

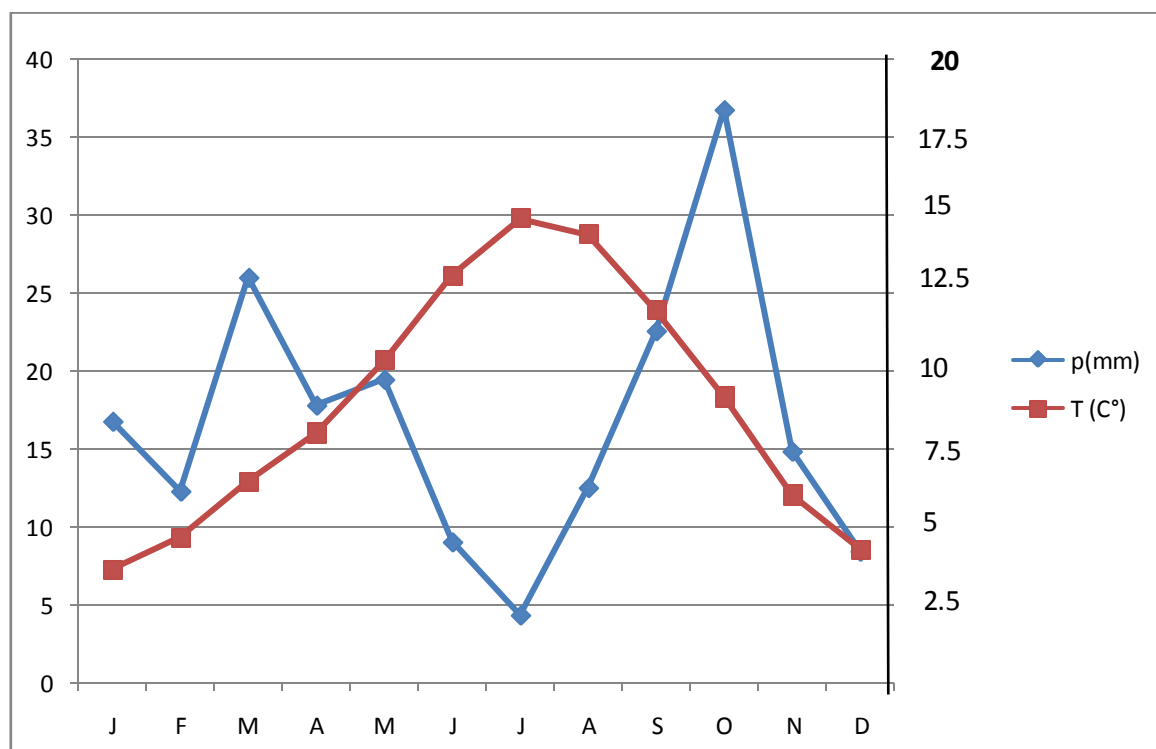


Figure n°10 : Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et Gausсен Station d'Ain Sefra (1989-2010).

Tableau n°20: Le seuil de démarcation entre un mois sec et un mois humide ($P=2T$) :

Moy des 22ans	P (mm)	T (c°)	T (c°) seuil $p>2T$	Seuil $p<2T$	Moy des 22ans	P (mm)	T (c°)	T (c°) seuil $p>2T$	Seuil $p<2T$
Janvier	16.73	7.24	humide		Juillet	4.25	29.80		Sec
Février	12.23	9.27		Sec	Août	12.46	28.76		Sec
Mars	26.00	12.85	humide		septembre	22.56	23.91		Sec
Avril	17.77	16.00		Sec	Octobre	36.80	18.32	humide	
Mai	19.43	20.69		Sec	Novembre	14.80	12.02		Sec
juin	8.56	26.13		Sec	Décembre	8.36	8.53		Sec

III.1.3. Autre facteurs climatiques

Le climat est marqué dans son ensemble par une forte irrégularité non seulement d'une année à une autre mais également entre les différents mois.

III.1.3.1 – Les vents :

Dans les régions arides les vents ont joué et jouent encore un rôle primordial dans la dégradation de la végétation et la destruction des sols. Les vents du sud sont généralement secs et froids en hiver.

Et deviennent très desséchants en été (HALITM, 1988). Le vent est un paramètre climatique qui influe sur le déplacement des fines particules de sable et accentue de ce fait le processus de désertification.

Les vents dominants (Figure n° 10) sont de la direction Nord-Ouest et de Sud-Ouest (influence saharienne, continentale).

Tableau n°21 : directions principales des vents à l'échelle annuelle à la station de Ain sefra :

Direction du vent	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Fréquence	5	17	6.5	7.5	6	21	14	22

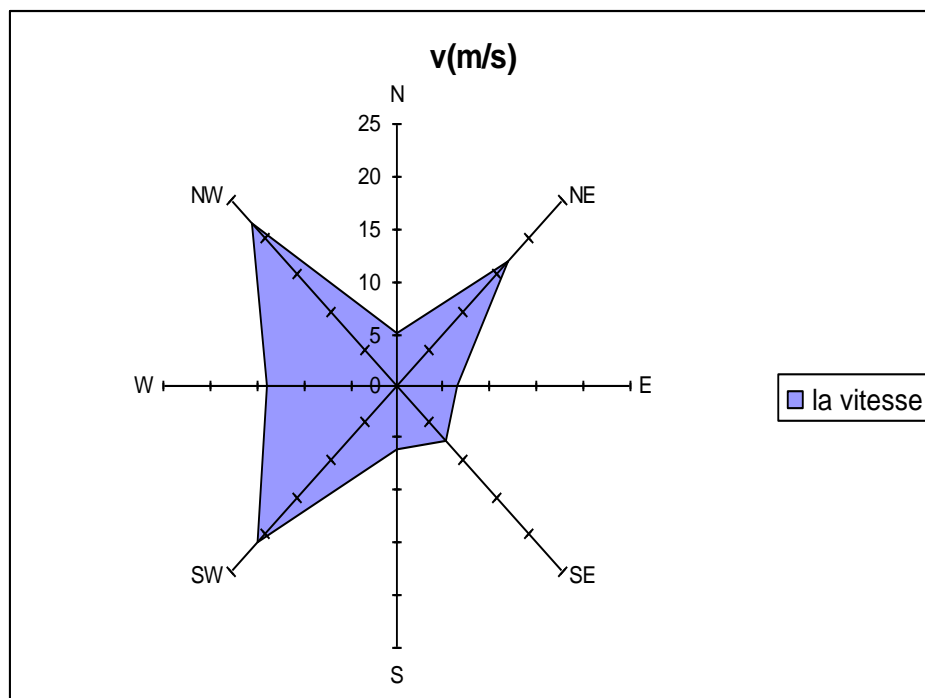


Figure n°11 : Rose des vents à Ain Sefra

III.1.3.2 -Les gelées

La gelée intervient dans les mois de l'hiver, à ain sefra les maximums d'apparition du phénomène sont relevés en décembre et en janvier avec presque 14 jours de gelées. Il est rare que les températures descendent au dessous de -4°C exception l'an 2000 on a marqué -8°C au mois de janvier il ya eu une gelée blanche qui à fait des dégâts sur les récoltes.

III.1.3.3- Grêles et Neiges

Les grêles et neiges sont pratiquement présentes chaque année. Elles sont enregistrés entre décembre et février à raison de 12 à 17 jours/an. En décembre 1999 une tempête de neige dépasse 1mètre d'hauteur a causé la mort de 04 personnes et un nombre considérable des têtes du cheptel.

III.1.3. 4 – Evapotranspiration(ETP)

Les ETP de la station sont estimées à l'aide de la méthode de Penman-Monteith. Nous avons constaté que l'ETP est nettement supérieure à la pluviométrie, elle est 10 fois supérieure à la valeur de pluviométrie.

La dominance de l'ETP engendre et/ou favorise le processus de la dégradation du sol et plus particulièrement l'ensablement des terres de cultures et les parcours steppiques (**BENSAÏD, 2006**)

III.1.4- SYNTHÈSE CLIMATIQUE

La synthèse climatique est basée sur la recherche des formules qui permettent de ramener à une variable unique l'action de plusieurs indices climatiques. Tenant compte des variables telles que la pluviosité et les températures.

III.1.4.1- Le diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) :

Il permet de comparer l'évolution des valeurs des températures et des précipitations. Ils sont établis en tenant compte de la formule permettant de définir un mois sec soit : $P \leq 2T$:

P : précipitation en mm du mois

T : température en C° du même mois.

La période sèche est déterminée par une représentation graphique portant en abscisse les douze mois de l'année, en ordonnée au droit les précipitations mensuelles moyennes exprimées en (mm) et à gauche les températures moyennes exprimées en C°.

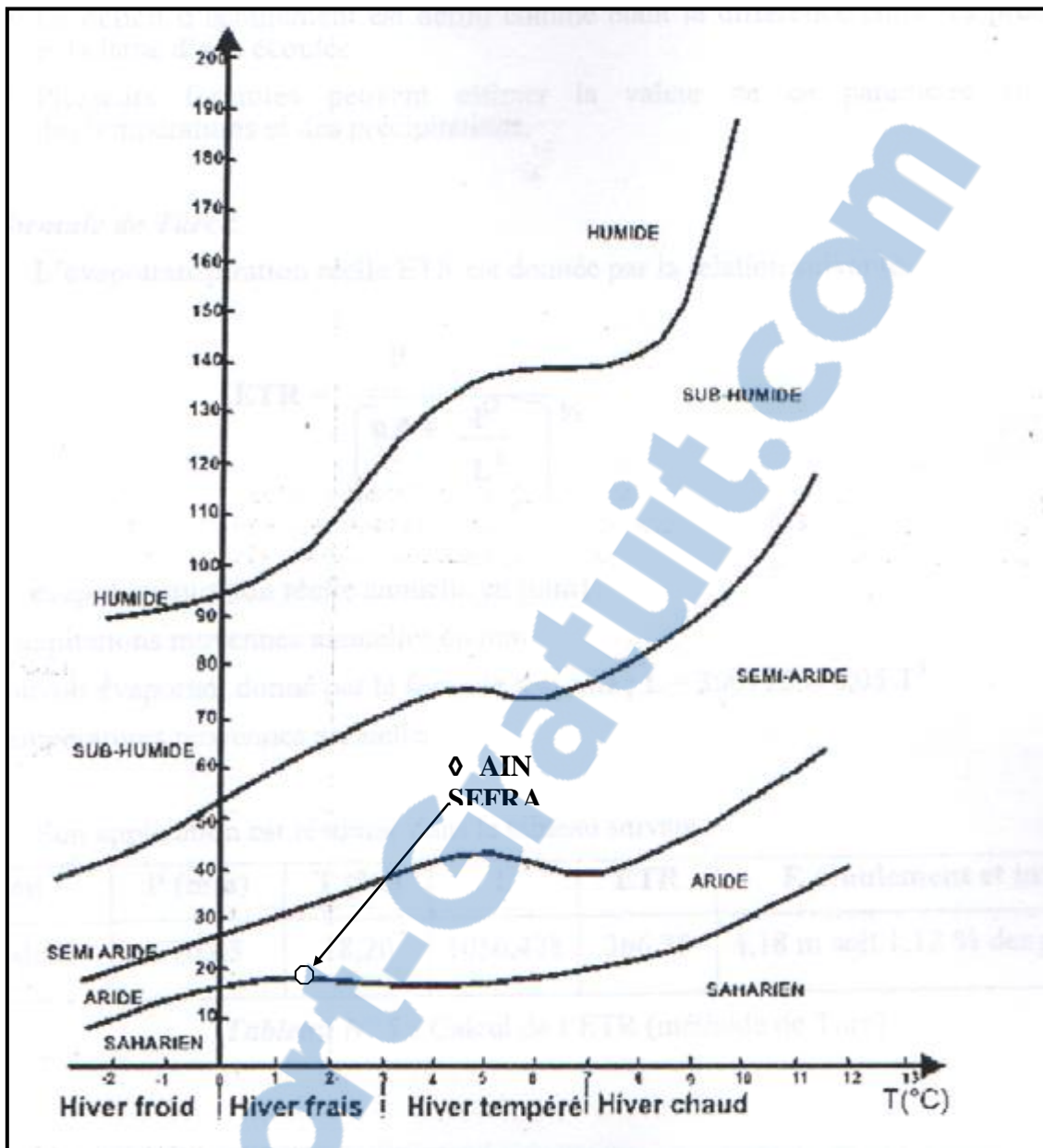


Figure n°12 : Diagramme Ombrothermique de AIN SEFRA (1989-2010)

III.1.4.2. Indice d'aridité de DE MARTONNE

Cet indice caractérise l'aridité du climat d'une région donnée en combinant la température et les précipitations. Il s'exprime comme suit :

$$I = P / (T + 10)$$

P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

T : température moyenne annuelle en (C°)

Pour :

20 < I < 30 : climat tempéré

10 < I < 20 Climat semi-aride

7.5 < I < 10 climat steppique

5 < I < 7.5 climat désertique

I < 5 : climat hyper-aride

$$I = 7.19$$

$5 < I < 7.5$ — donc la région de Ain sefra est dans un climat désertique.

✚ **Indice d'aridité mensuelle**

Il est obtenu par la relation suivante

$$I_m = 12P /$$

P : précipitation moyenne mensuelle en (mm)

T : température moyenne mensuelle en (C°)

Les valeurs de I_m sont portées sur le tableau suivant :

Tableau n°22 : Indice d'aridité mensuelle :

Mois	J	F	M	A	M	J	J ^t	A	S	O	N	D
I_m	11.64	7.61	13.65	8.20	7.59	2.84	1.28	3.85	7.98	15.59	8.06	5.41

D'après le tableau les mois de juin, juillet et août représente le climat hyper-aride, le mois décembre le climat désertique et les mois février, Avril, Mai, Septembre et Novembre le climat steppique pour les mois janvier , Mars et octobre sont des climats du type semi-aride.

III.1.4.3- Indice pluviothermique d'EMBERGER (1955)

Pour la détermination du type de climat qui règne ces dernières années notre zone d'étude, nous avons au recours à l'utilisation du quotient pluviothermique **d' EMBERGER (1955)**. Ce quotient est généralement le plus utilisé dans les régions de l'Afrique du Nord.

Il est défini comme suit :

Avec :

$$Q_2 = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

P : pluviosité moyenne annuelle en (mm)

M : moyenne des températures minimales quotidiennes du mois le plus froid en degré absolu.

M-m : Amplitude thermique extrême moyenne.

Pour notre zone d'étude Les données climatiques de la période (1989-2010) classent Ain sefra dans l'étage aride inférieur à hiver frais.

$$Q_2 = 18.51$$

CONCLUSION

Cette caractérisation est macro climatique et ne peut donc être considérée qu'à petite échelle. Si elle est ainsi nécessaire dans une approche descriptive assez générale, elle n'est pas toujours suffisante, car elle est basée sur des moyennes. Or l'autre caractère du climat qui pourrait être considéré comme aussi défavorable que l'aridité elle-même est sa grande variabilité dans le temps, statistiquement, la moyenne n'a que très peu de signification car peu probable (**AIDOU**, 1983) in (**HADDOUCHE**, 2009).

Malgré la faible moyenne des précipitations enregistrée dans notre zone d'étude (199.9mm), les dégâts causés par les averses sont non négligeables parce qu'elles emportent des milliers de tonnes de terres par les crues.



CHAPITRE IV

Activité Economique

Activité Economique

IV.1– Aspects socio –économique

La croissance démographique est responsable de besoins supplémentaires e nourriture et en terrains agricoles, qui ont conduit à déboiser les terres couvertes pour les cultiver. Le taux de croissance démographique particulièrement élevé dans les hautes plaines et les steppes a entraîné :

- La surexploitation des ressources naturelles ;
- La dégradation de l'environnement ;
- L'amplification du phénomène de déboisement ;
- La détérioration des conditions de vie et l'émigration rurale.

Cette situation a entraîné un équilibre ente le rythme de croissance biologique des pâturages et les besoins du pastoralisme.

La steppe est exploitée «comme une mine» pour un troupeau pléthorique qui ne survit que grâce aux apports supplémentaires d'aliments subventionnées par l'état principalement l'orge.

Il est généralement admis que traditionnellement l'activité dominante dans la steppe était le nomadisme, ce mode de vie est basé sur la transhumance vers le nord et vers le sud.

Cette transhumance était dictée par un besoin en fourrage dans des zones favorable (parcours présahariens en hiver, zones céréalières en été), réglémentée par des ententes tacites entre tribus. Le revenus étaient tirés essentiellement de l'élevage.

Aujourd'hui la situation à évolué dans le sens d'une tendance à la sédentarisation et à la disparition progressive du nomadisme. (NEDJIMI *et al*, 2006).

IV.1.1. Population

La détermination de la population et son analyse permet de :

- connaître les caractéristiques démographiques de la wilaya,
- Mesurer le degré de satisfaction des besoins socio-économiques estimée au 31/12/2010 à 225 530 habitants, soit une densité de 7,64 hab/Km².
- Faire une planification socio-économique raisonnable et fondée.

Dans ce volet consacré à la population nous allons traiter les points suivants:

- * Historique de peuplement de la Wilaya
- * Evolution de la population
- * Structure de la population
- * Mouvement de la population

IV.1.2. Historique de peuplement

Les nombreux vestiges préhistoriques de l'Atlas Saharien attestent que le peuplement de la wilaya de Naâma remonte à au moins 10000 ans grâce aux gravures rupestres et à quelques restes de végétations emprisonnées dans des concrétions de sources des monts de Ksours, on peut entrevoir ce qu'était la flore et la faune à la fin de l'ère quaternaire.

L'environnement bioclimatique permettait à l'homme et à l'animal d'évoluer au milieu d'une savane à hautes herbes. Les changements " brusques ou lents ", des conditions climatiques ont été à l'origine des migrations des populations certainement du Sahara vers le Nord.

Plus tard l'activité pastorale basée sur l'exploitation minière de pâturage devenant de plus en plus rare, ne pouvait qu'induire le mode de vie nomade des populations. De tout temps il était impossible d'évaluer les effectifs réels des populations vivant dans la zone.

Les limites administratives de la wilaya issues du découpage en 1984 n'ont jamais été des limites de déplacement des nomades.

Les effectifs fluctuaient, en fonction des conditions climatiques qui déterminaient le couvert végétal, nécessaire au maintien des troupeaux de moutons, pour une période précise de l'année. Ce fût le cas pour la zone steppique.

Dans la zone Atlasique, les Ksours construits depuis des millénaires étaient habités de sédentaires ou de semi-nomades qui pratiquaient plutôt des activités agro-pastorales dans des oasis de montagne. Ces citadelles étaient aussi des silos, des sortes d'entrepôts, dans lesquels les nomades de la steppe déposaient leurs grains

Il était instauré très souvent une relation Ksours/Steppe très basée sur des fondements socio-économiques puissants....

Parmi les Ksours certains ont été désertés à la suite du tarissement des sources d'eau qui étaient à l'origine de leur fondation.

Les Ksouriens, qui pratiquaient les activités agricoles représentaient une minorité, comparée aux tribus nomades. On estime à plus de 80 % l'effectif des populations nomades par rapport aux Ksouriens .

On admet que la wilaya de Naâma était partagée entre deux confédérations tribales les H'MAYANES et les AMOURS .

Les H'myanes nomadisaient dans l'actuelle Daira de Mecheria et pratiquaient les transhumances d'été jusque dans la m'leta et le Sahel d'Oran, et celle de l'hiver dans la vallée de Oued En-Namous et jusqu'au gourara .

Les AMOURS occupaient le territoire de la Daira de Ain-sefra.

Les transhumances se faisaient localement, d'Est en Ouest, et pénétraient jusqu'au Maroc.

A partir d'avril 1847, date de la pénétration de la colonisation française, les transhumances furent limitées par interdictions successives et les Nomades furent de plus en plus astreints à s'agglutiner autour des Ksours existants. Ce fut les cas des Hmyanes de Mecheria, des Mejadba de Asla , des Merinat de Djenien- Bourezg et souala de Tiout. Certaines tribus entières émigrèrent définitivement au Maroc par refus de l'occupation.

Les événements furent particulièrement violents dans la wilaya de Naâma durant la guerre de libération (1954-1962). 50 % de la superficie actuelle de la wilaya furent déclarés zone interdite à la fin des années cinquante.

Les nomades résidant dans la bande frontalière avec le Maroc furent contraints à la concentration dans des centres de cantonnement. Ainsi de nouveaux centres virent le jour : Abdelmoula,

M.B.Amar, Touadger, Horchaia, Naama, tirkount...situés tous, le long de la RN6 et la RN22 pour des nécessités de contrôle par l'armée d'occupation.

Le pastoralisme basé essentiellement sur le Nomadisme humide du tell connut une régression rejetant sur le marché d'emploi des centres agglomérés, des milliers de paysans déracinés.

Les conséquences de la destruction de l'équilibre du système socio-économique ancestral qui existait entre la steppe, le Tell et le Sahara d'une part, la steppe et les Ksours d'autre part, ont provoqué une crise très grave qui a persisté au moins une décennie, après l'indépendance.

Les grands effets de cette crise ont été matérialisés par une occupation spatiale très inégale de la population dans la wilaya, une concentration dans des centres sous équipés et surtout une migration en masse vers Oran-Arzew, Sidi_Bel_Abbés-Télagh, ... Tlemcen.

Les résultats des recensements exhaustifs de la population et de l'habitat effectué par l'office national des statistiques en 1966, 1977 attribuent à la wilaya un taux de croissance global de 2,7 % pour cette période. Ce qui correspond à un solde migratoire négatif de l'ordre de 0,5 % par rapport à la moyenne Nationale. **(DPAT ;2011)**

Durant cette période (1966-1977), la wilaya de Naama à été quelque peu répulsive. Les départs qui ont eu lieu, ont trouvé accueil en général dans les wilayets :

- D'Oran- Sidi Bel Abbes - Ain Témouchent - Saida pour la zone de Mecheria
- D'Oran- Tlemcen - Saida - Béchar pour la zone de Ain-Sefra.

Entre 1977 et 1987, les effectifs de population ont connu un accroissement normal dans l'ensemble. Les différences ont été accentuées encore plus entre les communes.

En effet, s'agissant d'une population caractérisée par une mobilité (part de la population nomade très importante), les limites administratives des communes ou de wilaya n'ont jamais été des limites pour la transhumance.

Le phénomène nomade joue un rôle très important dans la répartition actuelle de la population à travers la Wilaya.

Cependant, les données statistiques disponibles depuis le début de siècle indiquent que malgré tout, les effectifs nomades varient assez peu :

- Si l'on applique le taux de croissance naturel de 3,1 % à la population nomade de 1966, on devrait trouver en 1987 un effectif de 56.000 personnes au lieu des 23.000 recensées, soit une différence de 33.000 personnes.

- Si l'on applique le même taux à la population agglomérée de la wilaya en 1966, on obtient une population de 47.000 personnes, soit environ 33.000 de moins que les 80.000 recensées en 1987.

Tout se passe comme si la population nomade plafonnait à un effectif compris entre 20 et 30.000 personnes, effectif lié à la charge possible de troupeau sur les parcours de la steppe. Le croît quant à lui est absorbé par les agglomérations locales ou du tell.

En effet, malgré l'immensité du territoire de la wilaya, la population de Naâma présente en 1987 un taux d'agglomération de 80%. Les principaux centres agglomérés sont situés le long des routes nationales N° 6, 47 et 22.

D'autre part si le taux d'urbanisation actuel est de 59%, en réalité le réseau urbain, très faible, est constitué uniquement des centres MECHERIA, AIN-SEFRA auxquels s'ajoute le chef-lieu de wilaya NAAMA.

Cette situation s'explique par les conditions difficiles du milieu qui connaît une sécheresse prolongée, conjuguée à un surpâturage localisé, entraînant parfois une dégradation irréversible du milieu.

L'exode rural est donc dirigé principalement vers les grands centres, ayant concentré une bonne part des investissements publics, renforçant ainsi une bipolarisation de l'armature urbaine de la wilaya autour des villes de MECHERIA et de AIN-SEFRA.

IV.1.3. Evolution de la population

La répartition de la population dans la wilaya de Naâma se caractérise par une tendance à une bipolarisation dans les deux centres de mecheria et Ain-Sefra : Près de 58% de la population totale y réside dans une superficie n'excédant pas 7% de la superficie totale de la wilaya.

En termes de volume de population sédentaire, les autres communes se répartissent en deux (02) groupes.

* Le premier composé des communes de Naâma, Elbiodh et Ain-Benkhelil et Asla où la population varie entre 10.000 et 20.000 Habitants.

* Le deuxième groupe composé de Tiout, Sfissifa, Moghrar, Djenien-Bourezg, Mekmen-Ben-Amar et Kasdir où la population est au dessous de 10.000 Habitants.

Le rythme de croissance de la population locale est caractérisé par une variation à la baisse à travers les différentes périodes intercensitaires.

D'après le recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) de 1977 la population de la wilaya de Naâma était de 82.555 habitants puis 127.314 habitants au RGPH 1998 (résultats finaux

officiels) avec un taux d'accroissement annuel moyen de 3.37 %. Pour atteindre 192891 au RGPH 2008 (résultats finaux officiels, voir "*Données statistiques*" N° 527/45, ONS) avec un taux d'accroissement moyen de 4,3%.

Tableau n° 23 : Recensement général de la population et de l'habitat (RGPH)

RGPH77 (mars)	RGPH87 (mars)	RGPH98 (juin)	RGPH 2008 (16 avril) (*)	au 31/12/2010	TAG entre RGPH77- 87 (%)	TAG entre RGPH87- 98 (%)	TAG entre RGPH98- 2008 (%)	TAG entre RGPH2008 et l'année 2010 (%)
82,555	113,700	165,578	209,470	225,530	3.25	3.37	3.10	

(*): Résultats préliminaires

Observations :

Le taux d'accroissement annuel global moyen de la population reste élevé.

La cadence d'accroissement est homogène durant la période allant de 1977 à 1998; elle se situe autour de 3%. Elle était de :

- * 3,25% entre les RGPH de 1977 et 1987.
- * 3,40% entre le RGPH de 1987 et le RGPH de 1998,
- * 3,37% entre les RGPH des années 1977 et 1998,
- * 3,10% entre les RGPH des années 1998 et 2008 (résultats préliminaires)
- * 2,75% entre les RGPH1998 et l'année 2010.

Une baisse apparente dans le taux d'accroissement global moyen est observée entre le RGPH1987 et l'année 2010. Cette baisse peut être considérée comme une transition dans le comportement démographique de la population.

***** *Structure de la population par commune :***

La répartition de la population de la wilaya de Naâma est hétérogène dans l'espace. Elle diffère d'une commune à l'autre. Elle est importante à Mecheria et Ain-Sefra et très faible à Djenien-Bourezg et Mogharrar. Cette hétérogénéité de la population dans l'espace rend les charges socio-économiques relativement plus pesantes sur les deux grands centres urbains (Mecheria et Ain-Sefra) que sur les autres communes. Ces paramètres se traduisent par des densités de population inégales. Ce phénomène de bipolarisation de la population à Mecheria et Ain-Sefra est dû essentiellement en premier lieu aux enregistrements des nouveau-nés venants des autres communes pour accoucher en milieu sanitaire assisté et adéquat dont disposent ces deux chefs lieux, et en deuxième lieu vient du niveau de développement attrayant la population d'ailleurs.

***** *Structure de la population par sexe et par âge :***

L'analyse de la structure de la population par âge et par sexe nous permet :

- de connaître les sous-populations infantile, active, inactive, ... etc,

- de mesurer le degré de rajeunissement ou de vieillissement, Pour estimer la population par groupes d'âge, on opte à garder la même structure que celle des résultats incomplets (non compris la population des nomades) parus dans la brochure "*Données statistique N°527/45*" éditée par l'ONS.

***** Structure de la population par dispersion :**

Il existe deux types de dispersions : l'agglomération et la zone éparse.

La population de la wilaya de Naama est répartie dans douze (12) agglomérations chefs-lieux(ACL), onze (11) agglomérations secondaires(AS) et dans des zones éparses.

***** Structure de la population par strate (urbaine et rurale):**

La wilaya de Naâma comporte trois (03) centres de vie urbains; en l'occurrence, Mecheria, Ain-Sefra et Naama.

La ville de Naâma demeure un centre urbain potentiel.

Plus de la moitié de la population totale vit dans des agglomérations urbaines.

Le taux d'urbanisation a passé de 56,45% en 1998 à 61,03 % au 31/12/2010.

Ce taux traduit un afflux continu essentiellement des populations rurales vers les zones urbaines à savoir les ACL de Naâma, Mechereia et Ain-Sefra.

IV.2 -ACTIVITES ECONOMIQUE : L'agriculture et l'agropastoralisme

L'agriculture et le pastoralisme sont en effet les deux activités qui ont toujours constitué la vocation économique de la commune d'AIN SEFRA.

Ce secteur a connu par le passé plusieurs crises, surtout celles liées aux facteurs climatiques et d'ensablement de la zone.

Dans les zones arides et semi-arides, le passage du pastoralisme fondé sur la mobilité des troupeaux à l'agropastoralisme avec le développement progressif d'une agriculture intégrée s'est accéléré avec la mise en place des politiques de lutte contre les effets de la sécheresse qui ont permis le maintien d'un stock animal important durant les périodes de sécheresse grâce aux transferts de fourrage des zones favorable vers les zones arides.(**BOURBOUZE et al,1999**)

IV.2.1-AGRICULTURE :

A l'échelle nationale, depuis 1996 l'agriculture conserve approximativement la 3^{ème} place en matière de contribution aux produits intérieurs bruts (PIB) derrière les secteurs des hydrocarbures et des services toujours avant l'industrie. A l'échelle locale, le premier secteur économique important dans la commune d'AIN SEFRA est l'agriculture, précisément le pastoralisme.

IV.2.1.1-Surface Agricole Utile (SAU)

La surface agricole utile de toute la wilaya de Naama a connu une croissance non négligeable entre 1983 et 2010 puisqu'elle est passée de 855 à 23335 Ha dont 52.81% en irriguée. La hausse de la SAU est due à l'accession à la propriété foncière et à la promotion de l'investissement dans le secteur suite à la progression des sédentarisation et des semi-sédentarisation.

La surface agricole utile de la commune de AIN SEFRA est de 2224 Ha dont 75.26% en irriguée soit 9.53% de la SAU globale de la wilaya.

Il est important de noter que le chiffre de la SAU déclaré par la direction des services agricoles de la wilaya est sous estimé, car les populations pratiquent de façon illégale les défrichements et les labours de terrasses, de glacis et des dayas au détriment des parcours steppiques.

Dans notre wilaya les surfaces cultivées ont connu une nette progression à partir de l'année 1984 ; date à la qu'elle les collectivités locales de la wilaya a procédé à l'application de la loi 83-18 du 13 Aout 1983 portant sur l'Accession à la Propriété Foncière et Agricole (A.P.F.A). Entre 1987 et 2006 (20 ans d'intervalle), la SAU à quadruplé ; elle est passé de moins de 5000 Ha à plus de 20000 Ha.

Tableau n° 24 : Situation du FNRDA au 31/12/2010

Commune	Dossiers retenus		Investissements (DA)	
	Total	Année 2010	Total	Année 2010
Naàma	356	27	280,394,850	6,503,912
Mecheria	576	39	273,999,001	21,701,997
Ain-sefra	1144	124	1,053,412,340	85,091,031
Tiout	283	4	406,285,495	1,142,000
Sfissifa	329	14	438,725,816	12,653,968
Moghrar	245	10	265,238,344	1,941,000
Asla	423	20	359,973,095	4,902,073
Djenien Bourezg	112	13	104,050,226	870,000
A-B-Khellil	779	35	751,502,385	7,125,445
M-B-Amar	219	5	207,962,369	3,945,369
Kasdir	239	2	32,898,989	282,000
El-Biodh	349	15	362,546,110	2,303,000
TOTAL	5054	308	4,536,989,020	148,461,795

Source DSA, 2011

A l'opposé de ce type de terre, la superficie des terres de pacage et parcours représente la quasi-totalité des terres agricole ; que ce soit au niveau de wilaya ou de notre commune d'étude, elle est respectivement de 2180065 Ha soit 98.93% et de 51027 Ha soit 95.80% du total des terres agricoles. Ces chiffres montrent éclairément la vocation principale de ces communes qui est le pastoralisme.

Tableau n° 25 : Répartition des terres agricoles (ha) par commune au 31/12/2010

Commune	S . A . U						Terres improductives	Pacage et parcourues	Total
	Cultures herbacées	Terres au repos	Arboriculture et vignoble	Total	Irrigable	Dont irriguée			
Naâma	1,696	589	318	2,603	914	1,055	4	188,528	191,135
Mecheria	1,513	164	273	1,950	693	830	4	35,567	37,521
Ain-Seфра	520	723	981	2,224	2,685	1,674	11	51,027	53,262
Tiout	336	217	661	1,214	1,121	1,120	5	58,291	59,510
Sfissifa	738	17	818	1,573	1,230	1,130	6	159,251	160,830
Moghrar	153	0	539	692	660	639	5	140,492	141,189
Asla	941	35	550	1,526	1,247	1,056	6	180,944	182,476
Djenien-Bourezg	41	1	264	306	360	331	2	49,012	49,320
Ain-Ben-Khelil	1,075	2,134	761	3,970	1,775	1,654	9	242,002	245,981
Mekmen-Ben-Amar	411	365	31	807	260	248	2	279,025	279,834
Kasdir	166	183	10	359	224	31	2	511,981	512,342
El-Biodh	2,949	2,590	572	6,111	1,156	1,392	4	283,945	290,060
Total	10,539	7,018	5,778	23,335	12,325	11,160	60	2,180,065	2,203,460

Source : DSA , 2011

IV.2.1.2. Mise en valeur des terres par l'Accession à la Propriété Foncière Agricole (A.P.F.A)

L'application de la loi 83-18 du 13/08/1983 relative à l'A.P.F.A par la mise en valeur des terres agricoles a connu un début d'exécution au niveau de la wilaya de Naama en octobre 1984. Les attributions des terres ont été opérées soit à l'initiative des collectivités locales au sein des périmètres, soit à l'initiative des candidats (hors périmètres).

La situation globale des attributions arrêté au 31/12/2010 relève une superficie totale attribuée de 30 334 Ha pour 8 440 bénéficiaires dont 5 356 Ha pour 1663 bénéficiaires pour la commune de AIN SEFRA.(D.S.A , 2011)

Enfin, cette loi a ouvert des possibilités d'investissement et d'exploitation des terres Arch, à tous les citoyens y compris, les détenteurs de fonds et de capitaux urbains complètement étrangers à la steppe. (BEDRANI .1993), considère que « c'est une appropriation officielle des terres du domaine public, mais qui s'inscrit dans un climat hostile et dont les résultats sont très décevants : investissements inadaptés, systèmes non durables, etc....»

IV.2.1.3. Mise à niveau des exploitations agricoles

➤ *Le F.N.R.D.A*

Tous les efforts déployés concourent à la consolidation des différentes actions inscrites dans le cadre du programme FNRDA (Fonds National de Régulation de Développement Agricole) et la mise à niveau de l'ensemble des exploitations agricoles d'une part, et d'autre part l'augmentation de la SAU par la mise en valeur de nouvelles terres (A.P.F.A). L'objectif principal est l'intensification des poches agricoles par la plantation arboricole comme moyen de lutte contre la désertification et la promotion des cultures fourragères pour répondre aux besoins du cheptel.

Impact socio économique : la mise en œuvre de ce programme a permis l'implication d'autres entreprises de réalisation permettant ainsi la création de nouveaux emplois.

Problèmes rencontrés : L'absence de représentation d'une caisse de mutualité agricole au niveau de la wilaya de Naama constitue un handicap pour le bon déroulement de l'opération des décaissements.

➤ *La production*

La production végétale concerne essentiellement le maraichage qui occupe une superficie de 2 437 Ha pour une production estimée à 345 435 Qx pour tous les commune du wilaya dont une superficie de 446 Ha pour une production estimée

à 64 709 Qx pour la commune de AIN SEFRA tous genres confondus (pomme de terre, carotte, tomate, oignon, navet...).

L'arboriculture et le fourrage artificiel occupent dans la commune de AIN SEFRA respectivement la superficie 981 Ha, soit une production de 9945 Qx et 217 Ha soit 31 053Qx de production. **(D.S.A,2011)**

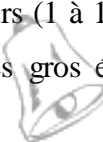
IV.2.2-L'ELEVAGE

La sédentarisation des nomades, le développement des activités tertiaires et secondaires et les moyens mis en œuvre par l'état pour la dynamisation des régions steppiques, n'ont pas fait disparaître pour autant l'activité pastorale et plus particulièrement l'élevage ovin. Ce dernier reste même la principale ressource économique de la wilaya.

Dans la wilaya de Naama l'activité pastorale est dominante, en 2010, le cheptel ovin représente 91.34% de l'effectif total du cheptel de la wilaya.**(D.S.A.2011)**.

Notre commune d'étude contient un effectif ovin de 68 325 têtes soit 6.11 % de l'effectif ovin de la wilaya.

Le plus grand nombre de têtes est détenu par la classe des petits éleveurs (1 à 100 têtes), la classe des gros éleveurs ne détient que 5% de l'effectif total (Fig n°12). Ces gros éleveurs contrôlent



également les circuits de commercialisation des produits des l'élevage et de l'agriculture (TABLA.N, 1997).

Les petits éleveurs se sont sédentarisés faute de ne pouvoir subvenir aux besoins de leurs troupeaux.

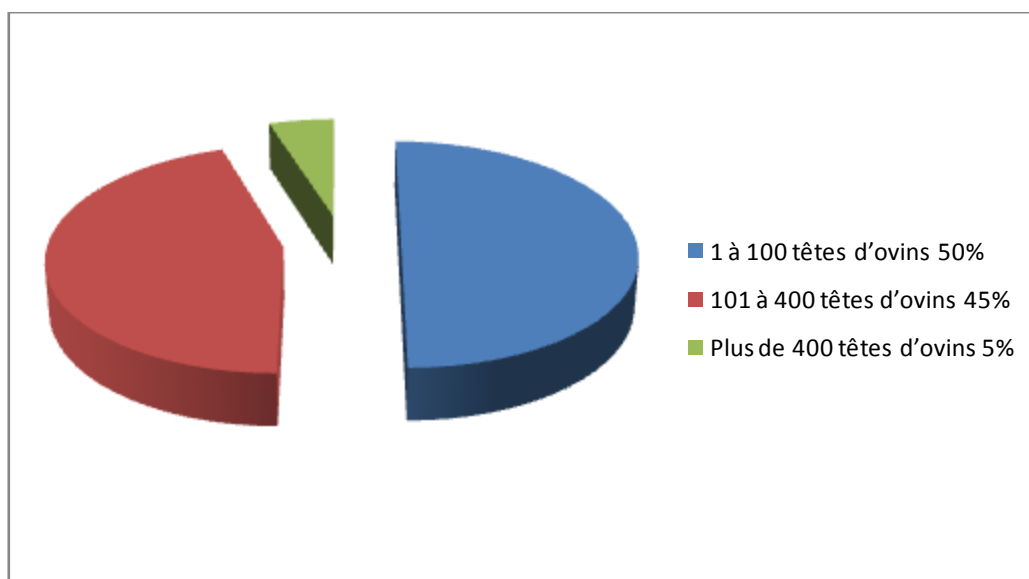


Figure n°13 : Distribution du cheptel ovin selon le mode d'appropriation chez les agropasteurs de la wilaya de Naama, 1998. (Source : **D.S.A, 1998**)

Les pacages et les parcours steppiques de la zone d'étude couvrent une superficie estimée à 51 027 Ha soit 49. 87 % de la surface total de la commune. Auparavant, ils caractérisaient la principale ressource fourragère pour l'alimentation des cheptels ovins et caprins.

Plusieurs auteurs (LE HOUEROU HN, 1985 ;MELZI.S, 1993 ; AIDOU.D.A,1994 ;BEDRANI S,1995 ;ABDELGUERFI.A et LAOUAR.M, 2000) in (**BENSAID, 2006**) affirment que les ressources naturelles des parcours ont baissé. Actuellement ces surfaces de parcours n'assurent même pas les 10% du besoin énergétique du cheptel.

L'état de dégradation avancé qui caractérise les parcours de notre zone d'étude incite à l'élaboration des programmes d'aménagement permettant d'établir un nouvel équilibre dans l'exploitation des ressources naturelles. Le programme consiste à protéger de la dégradation et à mettre en valeur les espaces dégradés. Il doit permettre le rétablissement et la conservation de l'équilibre du milieu naturel, l'amélioration de l'offre fourragère, lutte contre la désertification et l'érosion hydrique ainsi que la création d'emploi.

Les actions seront basées sur la mise en défens et la plantation pastorale.

La préservation des parcours contre l'accentuation et l'aggravation des dégradations ne saurait être garantie par ces seules actions, si elles ne sont pas accompagnées et étayées par d'autres aménagements de protection dont la plantation d'arbres rustiques et l'hydraulique pastorale.

Selon les données calculées d'après la **D.S.A (2010)**, la situation de secteur pastoralisme dans la commune d'AIN SEFRA peut être résumée par les chiffres suivants :

- Nombre d'éleveur : 516
- Le cheptel s'estime à 76 047 têtes réparties par espèces de la manière suivante :
 - Ovin ----- » 68 325 têtes
 - Bovin ----- » 2 957 têtes
 - Caprin ----- » 4 165 têtes
 - Equin ----- » 87 têtes
 - Camelin ----- » 08 têtes
 - Espèce mulassière----- » 84 têtes
 - Espèce asine----- » 421 têtes
- La production animale 2010 :
 - Viande rouge ----- » 1 952 Qx
 - Lait ----- » 2 666 770 L
 - Miel----- » 550 Qx
 - Peaux ----- » 127 Qx
- Santé animale 2010 :
 - Vaccin anti clavelée (Ovin) ----- » 65 078 têtes
 - Vaccin anti aphteux (Bovin) ----- » 2 698 têtes **(DSA.2011)**

IV.2.3- FORET

Par sa position au cœur d'un écosystème fragile, la commune d'AIN SEFRA se caractérise par un milieu steppique fortement soumis à trois fléaux :

1. Dégradation et régression du couvert végétal par la disparition de la couverture alfatière (19 680 Ha en 1976 et seulement 10 732 Ha en 2010) témoigne d'une dégradation alarmante du couvert végétal nécessitant des interventions d'urgence.
2. Risque d'ensablement : avec la surcharge des parcours et l'action anthropique caractérisée par le défrichement, le labour illicite et l'exploitation abusive du couvert végétal. On assiste aujourd'hui à une dégradation effrénée de cet écosystème sensible et à une désertification du milieu qui a atteint, par endroit, des formes irréversibles. C'est ainsi que notre zone d'étude se trouve aujourd'hui confrontée au phénomène d'ensablement qui menace aussi bien les agglomérations et les infrastructures routières que les exploitations agricoles.
3. Risques de crues et d'érosion hydrique : les bassins versants et les oueds engendrent, aux moments des crues, le ravinement des berges et affect souvent le réseau routier, les infrastructures forestières et les agglomérations.

Tableau n°26 : Répartition de la superficie forestières et d'alfa (Ha) par espèce à AIN SEFRA au 31/12/2010 :

Commune	Pin d'Alep	Eucalyptus	Tamarix	Rétam	Genévrier	Chêne vert	Autre	Total
AIN SEFRA	84	04	1 190	450	2040	1020	26206	30994

Source : conservation des forêts, 2011

Tableau n° 27: Répartition de la superficie forestières et d'alfatière (Ha) pour la commune d'AIN SEFRA au 31/12/2010 :

Commune	Super. Forestière totale (Ha)	Terre dénudée destinée au reboisement + voiles dunaires	Super. Alfa (Ha)	Total général
AIN SEFRA	30 994	5056	10 732	46 782

Source : conservation des forêts, 2011

Tableau n° 28: Situation des reboisements pour la commune d'AIN SEFRA au 31/12/2011

Commune	Plantes forestières		Plantes d'alignement
	Brise vent (K ml)	Superficie (Ha)	Superficie (Ha)
AIN SEFRA	300	3278	3.1

Source : conservation des forêts, 2011.

Le barrage vert passe par notre zone d'étude est conçu au départ comme une opération de reboisement, de plantation fourragère et de mis en défens des parcours, des travaux de fixation des dunes et de développement de l'arboriculture. Les reboisements sont en majorité de pin d'Alep (*Pinus Halepensis*) et accessoires d'eucalyptus avec de rares cyprès dont la majeure partie à été effectuée entre 1972 et 1980 sur des terrains plats ou de faible pente, le long de la route nationale (RN6) et autour des agglomérations comme une ceinture verte de protection. Il se présente en une série de bosquets implantés sur l'un des bords de la route avec une largeur ne dépasse pas les 100 mètres à l'exception du barrage vert au nord –est de Mecheria qui a une dimension assez grade (3 km de longueur et 1.3 km de largeur). Les blocs de dalle calcaire laissés sur places témoignent des travaux de routage de la dalle au moment du reboisement.

Actuellement le barrage vert se trouve dans une phase de dégradation très avancée. Victimes de la sécheresse, du surpâturage, de la chenille processionnaire, les arbres n'ont pas pu survivre. En effet, (BENS AID.1995) a estimé le taux de réussite du barrage vert dans toute la steppe Algérienne à 45 %.

De plus notre zone d'étude a raffermi par un parc national dite AIN AISSA, comme tous les parcs nationaux, les objectifs de la création de ce parc de Djebel Aissa sont la conservation de la faune, de la flore, du sol en général tous les écosystèmes naturels présentant un intérêt particulier à préserver. Il a été créé officiellement par décret exécutif n° 003-148 du 29 mars 2003. S'étendant sur une

superficie de 24 400 Ha, le djebel Aissa fait partie de l'ensemble montagneux des monts des ksours, partie occidentale extrême de l'atlas saharien. Il s'insère dans un ensemble fluvio-deltaïque, ces formations sillico-clastique constituent les grès des ksours. Il culmine à une altitude de plus de 2 236m.

Selon la conservation des forêts et sur le plan floristique, le parc présente une végétation de type tellienne dont l'installation remonterait au début du quaternaire et qui renferme une liste d'espèces endémiques menacées de disparition.

La plus grande partie de cette région est occupée par des formations steppiques sont représentées par l'alfa, l'armoise blanche ou par des mélanges à alfa, sparte et armoise blanche.

Dans les dépressions s'installent les jujubiers et les pistachiers de l'atlas. En altitude apparaît le chêne vert, le genévrier oxycèdre et le pin d'Alep.

La faune rencontrée dans le territoire du parc est représentée essentiellement par : le lièvre, le sanglier, le chacal, le renard et une série d'espèces ayant existé en abondance auparavant telles l'outarde, le porc épic, le mouflon à manchettes, la gazelle dorcas...etc.

L'avifaune est représentée par près de 25 espèces figurant toutes sur la liste des espèces d'oiseaux à protéger.

Le parc compte parmi ses sites naturels et archéologiques des grottes baptisées au nom de djebel Aissa et 16 stations de gravures rupestres donc il représente un majestueux sanctuaire qu'il faut impérativement protéger contre toute atteinte.



Photo n° 13 : Un champ de pomme de terre



Photo n° 14 : Un champ de céréale (Orge)



Photo n°15 et 16 : Sites naturels de djebel Aïssa



Photo n°17 et 18 : Surexploitation du couvert végétale (Surpâturage)

Planche n°03 : Activité économique

TROISIEME PARTIE

Méthodologie, Résultats et Discussion





CHAPITRE I

Méthodologie de travail

Méthodologie de travail

Le périmètre d'étude est fortement menacé par l'érosion. La vigueur du relief et l'agressivité du climat intensifient énormément ce phénomène, sans oublier la pression anthropologique modifiant la couverture végétale par l'extension de céréaliculture et des pâturages et entraînant des conséquences graves et parfois irréversibles sur le milieu naturel.

I.1-LA VEGETATION

Pour l'étude de la richesse spécifique, du recouvrement de la végétation sur les parcelles expérimentales à l'échelle de la commune, la méthode de mesure utilisée est l'analyse linéaire de points-quadrats.

L'objectif poursuivi est d'adopter une méthode de mesure quantitative du couvert végétal et de l'état de la surface du sol.

❖ *Description et intérêt de l'analyse linéaire de point –quadrats :*

Puisque cette méthode d'analyse linéaire dite de « points quadrats » **DAGET et POISSONET.(1971)**, tient compte de la densité du couvert végétal concerné, de déterminer le nombre de mesures ou d'observations qu'il est nécessaire d'effectuer, pour obtenir des données statistiques valables. D'une manière générale, il est considéré qu'un nombre minimum de 100 points de contact avec la végétation est nécessaire pour que la fréquence puisse être mathématiquement transformée en recouvrement.

Augmenter le nombre de points revient à augmenter la précision des mesures et plus la végétation est clairsemée, plus il faut de points de mesure.

Le principe de la méthode est d'effectuer des observations (présence) ou mesures (comptages du nombre de contact) dans la végétation, à intervalles réguliers le long d'une ligne.

En pratique, une aiguille aussi fine que possible (simulant de fait une ligne de visée) est descendue dans la végétation et jusqu'au sol le long d'une corde de 100 mètres de long tendu à 30 centimètre au dessus de la végétation entre de piquets. Cet aiguille l'on déplace verticalement avec un intervalle de 1 mètre (100 points par ligne). La longueur de 100m choisie par d'autres phytosociologues étudiant les parcours steppiques est justifiée par le fait que les aires minimales (surface dans laquelle se trouve la plus grande partie des espèces de la station) de ce type de formations se situent entre 10 et 25 m². (**MUELLER D et ELLENBERG ,1974**) in (**HADDOUCHE. 2009**).

La méthode d'analyse linéaire de point-quadrat permet d'obtenir un grand nombre d'informations entre autres :

- **La présence**: c'est l'observation d'un élément (par exemple une espèce ou un état de la surface d'un sol) en un point.

dès qu'une espèce est touchée, au moins une fois, par l'aiguille descendue dans la végétation elle est considérée comme présente indépendamment du nombre de fois où elle a été touchée.

- **Le contact** : c'est l'intersection d'un élément (par exemple une espèce) avec l'aiguille descendue dans la végétation. Pour un même point de lecture un élément donné on peut compter plusieurs contacts avec l'aiguille.

Le relevé du nombre de contacts de chaque espèce en un point donnée permet d'accéder de manière assez fine à la notion de biovolume. On relevé sur un formulaire édité à cet effet les présences et les contacts lus le long de la ligne. Les résultats de ces observations et mesures peuvent être exprimés de maintes façons telles que :

- **La fréquence spécifique (FS)** : est le nombre de fois qu'une espèce a été rencontrée sur l'ensemble des points lus.
- **La fréquence spécifique centésimale (FSC)** : est le rapport en % entre la (FS) et le nombre total de points lus.

C'est cette fréquence qui peut être considérée comme traduisant le couvert d'une espèce donnée. Il faut également bien noter qu'en même point il est possible de relever plusieurs espèces et qu'en conséquence le recouvrement total de la végétation ne peut que rarement être déduit de la somme des recouvrements des espèces prises une à une.

- **Le recouvrement total (R)** : est le rapport en % entre le nombre de points où l'on a relevé la présence d'au moins une espèce et le nombre total des points lus.

I.2- Les travaux anti érosifs appliqués actuellement dans les bassins versants Algériens

En Afrique du nord, au sommet des collines, les sols caillouteux et peu épais sont couverts, de garrigues qui servent de réserve de bois et de parcours pour le bétail, la végétation est généralement très dégradée, les sols sont compactés par les sabots des animaux et le ruissellement abondant (SABIR, 1994). Il faut donc stabiliser les ravines dans les champs et dans les pistes empruntées chaque jour par le bétail.

Les observations d'aménagements de ravines nous ont donc amené à tester l'efficacité de différents types de seuils et de la revégétalisation des ravines et de leur environnement immédiat.

Tableau n°29 : Efficacité de trois types de seuils sur le ravinement

Type de seuil	En gabion	En pierres sèches	En grillage
Capture de sédiments	Très rapide	Rapide	Rapide
Durabilité	Fragile	Fragile	Plus durable
Coût	Assez coûteux	Moins coûteux	Moins coûteux

Source ; ROOSE É et al (1999).

❖ *Procédés mécanique*

- **Les gabions** : fixent très vite les sédiments (0.02 ou 03 crues), mais ils peuvent aussi être rapidement détruits par les formations de « renards », tunnels creusés par l'énergie de chute des eaux de ruissellement, s'ils ne sont pas protégés par des dissipateurs d'énergie.

Leur coût est très élevé car il faut apporter dans des zones difficiles d'accès les pierres et le grillage prêt à être monté.

Il faut aussi du personnel qualifié pour ranger correctement les pierres dans le cadre en grillage et le poser sur un lit de graviers (HEUSCH, 1988).

Dans les zones où il y a abondance de pierres plates de bonne qualité, la construction de murs en **pierres sèches** est une solution esthétique.

Il ne faut pas de ferraille coûteuse, ni ciment, mais la récolte des pierres et le montage du mur exigent beaucoup de temps et du personnel qualifié si bien que le coût n'est réduit que de 25% par rapport aux gabions. De plus, les ravines se développent plus souvent dans des zones où les pierres s'altèrent rapidement ou ne sont pas de qualité suffisante pour monter des murs, il faut donc disposer de camions et de pistes d'accès (ROOSE É et al ; 1999).

- **Les seuils en terre** :

Pour ses caractéristiques de facilité et de simplicité d'exécution, est le premier type d'œuvre à prendre en considération lorsqu'on veut aménager un torrent.

❖ *Procédés biologiques*

- **Fixation des sédiments et revégétalisation** :

Les sédiments captés par les seuils risquent d'être remis en suspension et de continuer leur cheminement s'ils ne sont pas fixés rapidement par la végétation (COMBES, 1992). Dans le canal central on choisira d'installer des herbes résistantes à l'immersion en cas de crue et à la sécheresse pendant les périodes chaudes (cannes de Provence, carex, joncs) : elles se coucheront et protégeront très efficacement les sédiments déposés en fond de ravine. Par contre de nombreuses espèces d'arbres (fruitiers, fourragers ou forestiers) tirent bénéfice de l'eau stockée dans les sédiments et peuvent fixer les berges des ravines : plantés au centre des ravines les arbres créent des remous lors des crues et provoquent une remise en mouvement des sédiments. Les sédiments étant moins riches que les sols, il est bon de les enrichir avec un peu d'engrais. Les pieds dans l'eau et le feuillage abrité des vents secs dans les ravines, certains arbres poussent très rapidement tels que les peupliers blancs et noirs, les frênes, les eucalyptus, mais aussi des fruitiers comme les pommiers, poiriers, pêchers, abricotiers, oliviers, amandiers et noyers (BOUROUGAA, MONJENGUE, 1992).

Les ravines étant un indicateur d'un excès de ruissellement, elles ne seront définitivement maîtrisées que si on réduit le débit de pointe des crues en améliorant l'infiltration dans le bassin récepteur situé en amont. Il est donc indispensable d'établir avec les populations dont les troupeaux



fréquentent les têtes de ravine, un contrat de mise en défens pendant 3 à 5 ans pour que la végétation se réinstalle (semis et plantations d'essences adaptées, résistantes au pâturage).

1/-INVENTAIRE DES TECHNIQUES

L'inventaire est basé sur des données et des recherches dans les archives de la conservation des forêts de la wilaya de Naama et des enquêtes et prospections sur le terrain. Afin de classer les aménagements par ordre chronologique, par type d'aménagement et par lieu de réalisation.

2/-ANALYSE ET L'EVALUATION

2.1-Diagnostique et prospection des aménagements

Nous avons analysé les paramètres les plus importants en fonctions des données relevées sur site concernant les aménagements les plus répandus dans la région. Cependant la correction torrentielle. L'enquête a été élaboré pour rassembler plus d'information concernant l'inventaire des aménagements ; la description de milieu et la caractérisation des aménagements : l'objectif, le type des aménagements (seuils en gabions, en pierres sèches) l'aspect technique, les aménagements accompagnent, l'état des seuils, l'entretien...etc.

2.1.1-Critères biologiques :

A/-Critères physiques ou techniques :

- **Dimension du seuil** : longueur, largeur et hauteur.
- **Volume** : calcul ou estimation du volume pour chaque ouvrage recensé (choisi).
- **Emplacement** : l'emplacement du seuil par rapport au seuil amont.
- **Dimensionnement technique** : le dimensionnement est dans les règles de l'art ; (le dimensionnement des ouvrages implique des surcoûts et allonge la survie de l'ouvrage et le sous dimensionnement de l'ouvrage à des conséquences soit sur la destruction ou sur la submersion des ouvrages, ainsi que sur les pertes des charges).
- **Fondation et encrage latéral** : la stabilité et la résistance du seuil sont liées à une bonne fondation et un bon encrage dans les berges des seuils.
- **Le déversoir** : est la partie du barrage ou l'ouvrage où s'écoulera l'eau du talweg. Il existe différentes formes de déversoir (forme longitudinale, rectangulaire, trapézoïdale ou curviligne).
- **Entretien des aménagements** : l'entretien augmente la durée de vie de l'ouvrage. L'absence d'un entretien permanent des aménagements réduit la réalisation des objectifs de lutte contre l'envasement. (HADJIAT. 1997)
- **Stabilité** : un ouvrage est stable lorsqu'il tend à conserver sa position initiale et équilibre stable sans déformation ou mouvement pendant une période assez longue (dans notre cas plus de 10 ans). Cette stabilité est liée à une bonne assise de fondation, un ancrage latéral suffisant et un bon choix de matériaux de construction.

- **Adaptabilité** : c'est une notion introduite récemment en correction torrentielle (**MAZOUR . 2009**) qui consiste à caractériser la capacité des ouvrages de correction torrentielle à s'adapter aux conditions du milieu naturel tout en jouant son rôle.
- **Efficacité** : un ouvrage de correction efficace est celui qui joue son rôle correctement et répond au objectifs pour les quels ils à été réalisé à savoir :
 - ❖ Réduire le ravinement ;
 - ❖ Stocker les sédiments ;
 - ❖ Compenser la pente. (**ZOBIRI . 2009**)
- **La durée de l'ouvrage** : en fonction de la date de réalisation des ouvrages, la durée de vie utile d'un barrage se situe entre le moment de sa construction et le moment où la sédimentation est tellement avancée où le barrage ne sert plus les objectifs prévus.
- **Matériaux de construction des seuils** : sont liées à la qualité, à la forme aux dimensions de la pierre. Pour la pierre qui se décompose rapidement (calcaire, grés) sous l'effet de l'eau et l'air, l'ouvrage à une durée de vie très courte. La pierre de petite dimension peut être déplacée sous l'effet de l'eau (débit abondant) et l'ouvrage se détruit rapidement.
- **Association d'aménagement.**

B/-Critères biologiques

Se basent sur la reprise de la végétation et leur état (zones végétalisées en amont des aménagements).

2.1.2-Critères économiques

Le coût de l'ouvrage et lie à l'emploi de matériaux durables (gabion, et maçonnerie). Et à la nécessité de dimensionner largement les ouvrage pour leur permettre de résister aux dives contraintes et risque (chocs de gros blocs, cisaillement des berges instables, renversement sous la pression de l'eau, affouillement, renardage, contournement...etc)

La base d'un ouvrage est affouillement et le coût de l'opération est élevé (inclut la construction d'un contre barrage) lorsque les écartements entre les ouvrages sont trop important. Il est donc économiquement plus rentables de déterminer l'écartement entre les ouvrages pour minimiser le risque de creusement.

2.1.3-Critères sociaux

On parle de l'acceptabilité sociale des techniques et des ouvrages : donc la relation homme-ouvrage constitue dans la majorité des cas le facteur le plus important dans la stabilité et durabilité des ses ouvrages. Seuls les ouvrages qui ont une utilité directe avec la population (réservoir d'eau, irrigation, abreuvement du cheptel, protection de la ville) auront plus de chances d'avoir une durée de vie plus importante. Parce qu'ils auront plus de chances d'être entretenus et protégé contre toute forme de dégradation (vol de gabion, de la pierre...etc).

La sensibilité de la population sur l'importance de ces ouvrages est nécessaire, plus une directement ou indirectement leur destruction.



CHAPITRE II

Résultats, Interprétations

Résultats, Interprétations

II/-INVENTAIRE DES AMENEGEMENTS

Différentes techniques sont mises en œuvre pour réduire les ravinelements et l'érosion en générale à travers des programmes d'aménagement antiérosif qui ont été exécutés (programme sectoriels, projet de proximité de développement rural intégré (PPDRI), programme travaux d'utilité publique à haute intensification de la main d'œuvre « Tup-Himo », et le plan National de Reboisement de fixation des berges d'oueds, de la correction torrentielle, de la confection d'ouvrage de conservation des sols et des eaux ainsi que plantation rustique, création des bandes vertes, plantation d'alignement, aménagement des piste et le programme d'intempérie.

II.1-Classement des aménagements par type et par lieu

Les résultats du classement sont illustrés dans le tableau n°30.

L'exploitation des données des deux sous bassins versants de oued Tirkounte et Braidj ont permis de distinguer les types des aménagements suivantes :

- Des aménagements mécaniques (tableau n°30)
- Des aménagements biologiques (tableau n°31)

Les objectifs de ces aménagements peuvent être résumés comme suit :

- Protection des versants contre l'érosion (ravinement) ;
- Amélioration de l'infiltration des eaux et alimenter les nappes phréatiques ;
- Création de l'emploi (raison socio-économique) ;
- Protection des villages contre les averses.

La récapitulation des aménagements mécaniques et biologiques réalisés au bassin versant d'AIN SEFRA est représentée dans les tableaux 30 et 31.

Tableau n° 30 : Récapitulation des aménagements mécaniques réalisés au bassin versant d'AIN SEFRA

Action	Volume	Observation
Correction torrentielle	98 500m ³	- seuil en pierre sèche : 3900 m ³ - seuil en gabion : 94 600 m ³ Dont : 74 000 au cours de lancement
Retenue collinaire	11.705.255 m ³	HCDS
Fixation des berges « seguia »	4000 ml	Programme PPDRI
Aménagement des pistes	77 Km	

Source conservation des forêts (2011)

Tableau n° 31 : Récapitulation des aménagements biologiques réalisés au bassin versant d'AIN SEFRA

Action	Volume	Programme	Observation
Création des bandes vertes	280 Ha	Sectoriel	Dont 50 ha entretenus
Arboriculture fruitier	371.5 ha	Sectoriel	144 Fellahs bénéficient
Brise vent	340 000 ml	Sectoriel	Casuarina espèce
Fixation biologique des dunes	316 ha	Sectoriel	Tamarix l'espèce le plus répondu

Source conservation des forêts (2011)

II.2-Les aménagements réalisés dans le bassin versant étudié

II.2.1. Correction mécanique

Dans les deux sous bassins versants qui ont fait l'objet d'étude, 98 500 m³ de correction torrentielles sont réalisés durant la période 2000 – jusqu'au nos jours. Ces volumes sont répartis en deux type d'ouvrage à savoir : seuil en gabion et seuil en pierres sèches (tableau n°30).

Le tableau n°30 nous montre que les seuils en gabions sont les plus utilisés en volume qu'en nombre par rapport aux seuils en pierres sèches.

II.2.2. Aménagement biologique réalisés aux bassins versants

Notre zone d'étude aussi bénéficié des réalisations biologiques, de nombreuses plantations ont effectuées surtout au piémont des djebels, mais le pourcentage de la réussite reste faible.

Parmi les espèces forestières utilisées dans ces aménagements ; *Pinus halepensis*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Cupressus senpervirens*, *Tamarix articulata*, pour les espèces fruitières rustiques on peut citer : l'amandier, l'olivier, le pommier, le poirier, le prunier, l'abricotier, le fuguer, le grenadier, les plantations fruitières présentent un taux de réussite relativement important.

II.2.3. RESULTAT DES ENQUETES ET PROSPECTIONS

Nos prospections et enquêtes que nous avons effectuées sur le terrain ont fait ressortir les observations sur les aménagements anti érosifs comme suit :

II.2.3.1-L'état actuel des aménagements : parmi les seuils prospectés certains sont totalement détruits, d'autre sont partiellement détruits et d'autre encore fonctionnels.

II.2.3.2-La lithologie : la majorité de ces aménagements ont été posés sur des grés et des marnes.

II.2.3.3-La pente : les aménagements que nous avons analysés se localisent dans différentes pente de 1% à 25%.

II.2.3.4-L'altitude : L'altitude des sous bassin versants est détruit à partir de GPS, il montre que la majorité des aménagements ont été posé sur des altitudes comprise entre 1048.2 et 1300 m.

II.2.3.5-Type d'érosion : Les prospections sur les terrains dans le bassin versant étudié montrent que les travaux de CES se localisent sur des terrains dégradés et affectés par différentes type d'érosion : érosion en nappe, en ravine, en rigoles.

II.2.3.6-La pression animale : Dans la commune d'AIN SEFRA l'activité pastorale est dominante, le cheptel ovin représente l'effectif le plus élevé. Les éleveurs de la région amenaient leurs troupeaux en camions à des endroits les plus propices aux pastoralismes. Avec des moyens de locomotion aucune zone n'est épargnée de l'exploitation excessive par les éleveurs. Ceci engendre un surpâturage à l'origine d'une grande dégradation des sols et favorise l'érosion.

- L'impact de l'élevage sur les aménagements est important :

- La pression du cheptel influe directement sur la dégradation des sols par le tassement des couches superficielles, par le piétinement qui provoque une diminution de l'infiltration et par l'accélération du ruissellement, entraînant le départ des particules et donne naissance à des rigoles.
- Le passage du cheptel sur les aménagements cause des dégradations sur les seuils et plus particulièrement sur les seuils en pierre sèche par l'effondrement de la pierre. La divagation des animaux cause des dégâts sur les plantes fixatrices et les reboisements.

II.2.3.7-La pression humaine : la présence de l'être humain et des habitations près des bassins versants constitue l'enjeu dont l'importance détermine le degré de vulnérabilité du milieu ; il s'agit de la protection des bassins contre l'utilisation irrationnelle des terres.

L'indice de la pression dépend de l'occupation humaine de l'espace et son activité.

Dans les bassins versants fréquentés par la population la réalisation des aménagements antiérosifs doit prendre en considération de la sensibilisation des populations rurales (sur les risques d'érosion, et la lutte contre ce risque).

II.2.3.8-L'occupation du sol : un sol bien couvert par les végétations sera bien protégé contre tous les facteurs de milieu externe et diminuera de ce fait le danger d'érosion.

Les terres de notre bassin versant d'étude sont pour la plupart des terrains de parcours sauf quelques régions où l'extension des céréalicultures prend une place considérable et le maraichage et l'arboriculture situés sur les fonds d'oueds.

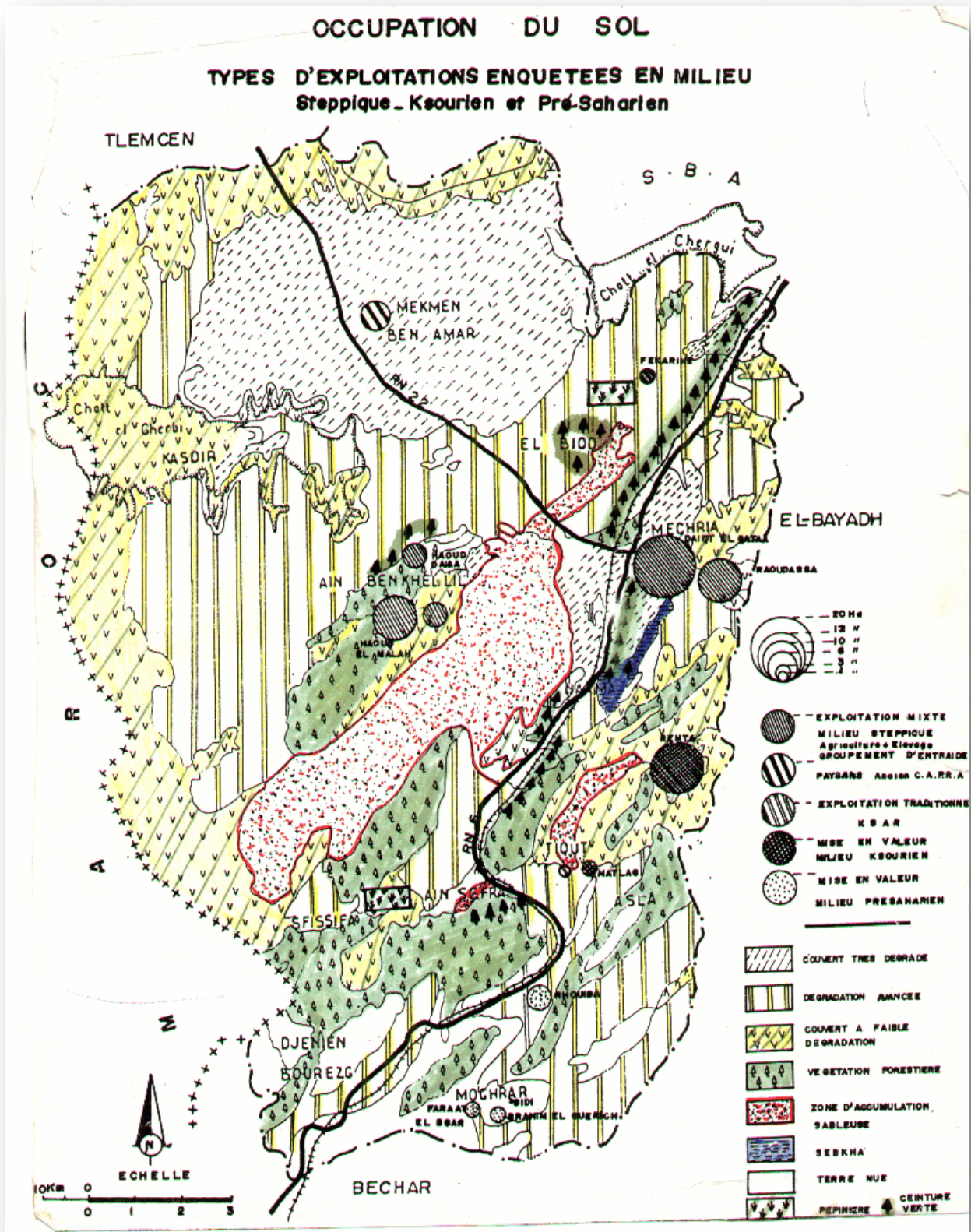


Figure 14 : Carte d'occupation du sol

Tableau n° 32 : Recouvrement des sols de bassin versant d'AIN SEFRA

Espèces	ML	Fréquence Spécifique Effectif contact (FS)	Fréquence Spécifique Centésimale (F.sc) %	Recouvrement %
Sable	87.2	116	68.23	31.75
Remthe	4.4	14	8.24	
Methnane	6.5	31	18.24	
Alfa	1.2	05	2.04	
Pierre	0.7	04	2.35	
Totale	100	170	100	31.75

II.2.3.9-Récapitulation des caractéristiques par type d'aménagement obtenu à partir des prospections de terrain :

Notre enquête effectuée sur le terrain fait ce sortir les caractéristiques des aménagements anti érosif dans le bassin versant d'étude par type d'aménagement :

L'échantillon étudié comprend :

- 20 seuils en gabion, d'un volume d'environ 94 600 m³. (tab n° 30)
- 20 seuils en pierres sèches, d'un volume d'environ 9300 m³, (tab n° 31)

Les résultats des observations des différents structures de correction torrentielle dans le bassin versant étudié se résume dans les tableaux suivants :

Tableau n°33 : Récapitulatif des caractéristiques des seuils en pierres sèches

Dimension de l'ouvrage				V(m ³)	Fd	anc	Emp	Dt	Dv	EF	st	ad	ct	Age	Rep	E.Am
N°	L(m)	L(m)	H(m)													
01	85	1.5	0.9	114.75	+	+	0	+	-	+	+	-	+	2000	-	+
02	10	2.0	0.9	18	+	+	25	+	-	+	+	-	+	2000	-	+
03	10	2.0	0.9	18	-	-	35	+	-	-	-	-	+	2000	-	--
04	12	1.5	0.8	21.6	-	-	0	+	-	-	-	-	+	2000	-	--
05	17	2.0	0.9	30.6	-	+	15	+	-	-	--	-	+	2000	-	-
06	10	2.0	0.8	16	-	-	10	-	-	-	--	-	+	2000	-	--
07	10	2.0	0.9	18	-	-	12	+	-	-	--	-	+	2000	-	--
08	07	1.5	0.8	12.6	-	-	26	+	-	-	--	-	+	2000	-	-
09	12	1.5	0.8	14.4	-	-	17	+	-	-	--	-	+	2000	-	-
10	07	2.0	0.6	8.4	+	+	15	+	-	+	+	+	+	2004	-	+
11	09	1.5	0.6	8.1	+	+	15	+	-	+	+	-	+	2004	-	+
12	10	1.6	0.9	14.4	+	+	0	+	-	+	+	-	+	2004	-	+
13	24	1.5	1.0	36	+	+	37	+	-	+	++	+	+	2004	-	+
14	20	1.5	0.9	27	+	+	24	+	-	++	+	+	+	2004	-	+
15	15	1.5	0.9	20.25	+	+	12	+	-	++	+	+	+	2004	-	++
16	10	1.5	0.6	13.5	-	-	08	+	-	+	--	-	+	2004	-	-
17	14	1.5	0.9	18.9	+	+	0	+	-	+	+	+	+	2006	-	+
18	07	1.5	0.9	9.45	-	-	16	+	-	-	-	-	+	2006	-	-
19	06	1.5	0.5	4.5	-	-	26	+	-	-	-	-	+	2006	-	-
20	07	1.5	0.5	5.25	-	+	04	+	-	+	+	-	+	2006	-	+

Tableau n°34 : Récapitulatif des caractéristiques des seuils en gabion

Dimension de l'ouvrage				V(m ³)	Fd	anc	Emp	Dt	Dv	EF	st	ad	ct	Age	Rep	E.Am
N°	L(m)	L(m)	H(m)													
01	14	1	1.5	21	+	+	0	+	+	+	+	+	++	2000	+	++
02	10	1	2	20	+	+	30	+	+	+	+	-	++	2000	+	+
03	11	1	2	22	+	+	18	+	+	+	+	+	++	2000	+	+
04	08	1	1.5	12	+	-	15	+	+	-	+	-	++	2000	-	--
05	09	1	1	09	+	-	14	-	+	-	-	-	++	2000	-	-
06	12	1	1.5	18	+	+	20	+	+	+	+	+	++	2000	+	+
07	10	1.5	1.5	22.5	+	+	20	+	+	+	+	+	++	2000	+	+
08	10	2	2	40	+	-	0	-	+	-	+	+	++	2000	+	-
09	11	2	2	44	+	-	15	+	+	-	-	+	++	2000	+	-
10	10	1.5	1.5	22.5	+	+	20	+	+	+	+	+	++	2000	+	+
11	14	2	1.5	42	+	+	0	+	-	+	+	+	++	2006	-	+
12	15	2	2	60	+	+	25	+	+	+	+	-	++	2006	+	+
13	16.5	2	1	33	+	+	18	+	+	+	+	-	++	2006	+	+
14	14	1.2	1	16.8	+	-	20	+	+	+	-	+	++	2006	+	++
15	14	1.5	2	42	+	+	20	+	+	+	+	+	++	2006	+	++
16	15	1.5	1.5	33.75	+	+	0	-	+	+	+	-	++	2006	+	+
17	11	2	1.5	33	+	+	18	+	+	+	+	-	++	2006	+	++
18	10	2	1.5	30	+	+	20	+	+	+	+	+	++	2006	+	++
19	10	1.5	1	15	+	+	15	+	+	+	+	+	++	2006	+	+
20	10	1.5	1.5	22.5	+	+	15	+	+	+	+	+	++	2006	+	++

➤ **Signification des symboles données aux entères d'analyses :**

N° numéro du seuil ; L :longueur ; l :largeur ; H :hauteur ; V :volume du seuil mesuré ; Fd :
Fondation + bonne –médiocre ; Anc : Ancrage +bon –médiocre ; Emp : Emplacement par rapport
au seuil à l'amont(distance en mètre par rapport au seuil précédent) Dt : Dimensionnement
technique + dans les normes ; -hors norme ; Dev : Déversoir +présent –Absent ; Eff : Efficacité par
rapport au sédiment déposé à l'amont ; St :Stabilité +bonne –mauvaise ; Ad :Adaptabilité ; Ct :
Coût de réalisation ++coûteux + moyennement coûteux – moins coûteux ;Age :l'age de l'ouvrage
en fonction de la date de réalisation ;Rep :Reprise biologique +présent –Absent ; E.Am : Etat des
aménagements antiérosifs –fortement dégradé – assez dégradé + peu dégradé.

Tableau n°35 : Récapitulatif des retenues collinaires réalisées dans notre zone d'étude

N°	Nom de la retenue	Nom de l'oued	Type de digue	Nature de la digue	Etat de digue	Capacité (m ³)	Hauteur de la digue	Année de la réalisation	Date d'exploitation	X	Y
01	Morghade	Morghade	Diguette	Maçonnerie	Bonne	324 230	3.50	2006	2006	32°59'25.9 ,,	000°42'47.3' ,
02	Boughalaba	Boughalaba	Diguette	Maçonnerie	Bonne	46 430	4.25	2006	2006	32°51'06.2 ,,	000°35'09.9' ,
03	Belafoufa	Belafoufa	Diguette	Terre	Bonne	60 439	5.00	2005	2005	32°48'42.3 ,,	000°38'34.9' ,
04	Oulakak	Oulakak	Retenue	Terre	Bonne	9 642 250	9.00	2006	2006	32°41'57.2 ,,	001°09'09.1' ,
05	Hassi mor	Hassi mor	Ced	Terre	Bonne	118 430	5.20	2006	2006	32°38'52.5 ,,	000°51'33.9' ,
06	Tala	Tala	Ced	Maçonnerie	Bonne	450 000	6.50	2004	2004	0676693	3632433
07	Forthassa	Forthassa	Ced	Terre	Bonne	160 000	5.50	2005	2005	0671215	3639658
08	Ouregh	Ouregh	Ced	Terre	Bonne	497 829	5.86	2006	2006	0690877	3629378
09	Djebel ouast	Djebel ouast	Diguette	Terre	Bonne	40 000	5.30	2006	2006	0663512	3630226
10	Segaa	Segaa	Diguette	Maçonnerie	Bonne	74 364	4.40	2006	2006	32°48'03.8 ,,	000°53'43.5' ,
11	bab lahmar	bab lahmar	Diguette	Maçonnerie	Bonne	80 000	7.50	2004	2004	0670341	3627797
12	Sfissifa	Sfissifa	Diguette	Maçonnerie	Bonne	21 187	6.55	2006	2006	32°43'53.1 ,,	000°51'57.5' ,
13	Harth brahim	Harth brahim	Diguette	Maçonnerie	Bonne	110 000	3.00	2005	2005	0680875	3630570
14	Beni guil	Beni guil	Diguette	Terre	Bonne	50 066	4.00	2006	2006	32°43'26.8 ,,	001°04'25.8' ,
15	Rouisset	Rouisset	Diguette	Terre	Bonne	30 000	4.34	2004	2004	0667953	3630383

II.3. TECHNIQUE DE LUTTE CONTRE LES INONDATIONS

Les murs et les cordons grillagés qui sont construits dans le cadre des interventions de l'administration (conservation des forêts + HCDS) une autre technique traditionnelle se rencontre dans la vallée d'AIN SEFRA. Il s'agit des rideaux de roseaux.

C'est la plus ancienne technique de lutte contre les inondations connue dans la région. Elle consiste à planter la limite extérieure des parcelles se trouvant dans le fond des vallées ou la limite des bases terrasses menacées d'être inondées par un rideau très dense de roseaux. Ces derniers développent un système racinaire très robuste qui permet aux sols des précieuses parcelles irriguées de résister à l'inondation. Néanmoins ce traitement n'est pas suffisant et résiste de moins en moins à des crues de plus en plus torrentielles de l'oued. Notons que des plantations d'arboriculture sont également utilisées pour préserver les berges des bases terrasses.

II.3.1. Techniques de stockage et de gestion de l'eau

En relation avec la faible pluviométrie et les faibles réserves hydriques naturelles, le paysan a développé plusieurs techniques de stockage et de gestion de l'eau dont les plus importantes sont les suivantes :

- **Sed** : ouvrage de stockage d'eau à l'amont d'une diguette réalisé généralement en terre transversalement à un cours d'eau temporaire avec une espèce de déversoir latéral. D'une capacité de quelques milliers de m³, il est généralement réparé ou entièrement refait après chaque crue importante par la Touiza (chantier de volontaires).
- **Séguia** : canal de dérivation et de collecte des eaux réalisé en terre ou en pierre agencées ou en béton armé se traduisait par un double fonctionnement: en régime d'étiage, et en régime de crue ; La disposition du débit d'étiage, condition pour pouvoir assurer l'irrigation de vergers, représentait un enjeu fondamental. Techniquement, la mobilisation de débits importants sur de courtes périodes, celles des crues, s'est traduite par le dimensionnement important des ouvrages. Enfin, la mobilisation d'eaux de crues s'est traduite par la mise en place de périmètres dépendant d'une seguia de grande superficie
- **Madjen** : ouvrages de stockage d'eau utilisant des dépressions naturelles ou creusées. L'eau sert à certaines activités domestiques telles que le lavage, l'arrosage des jardins et potagers et l'abreuvement des animaux d'élevage.
- **Jboub** : ouvrages de stockage d'eau de petite capacité réalisés au niveau de certaines ravines. Ils servent surtout à l'abreuvement du cheptel.
- **Des barrages collinaires** : sont construits pour récolter le ruissellement qui sera redistribué pour l'irrigation des petits périmètres, ou pompé sur les bords. (ALBERGEL *et al* ; 1998)
- **Daya** : dépression naturelle assez importante où s'accumulent les eaux de ruissellement couvrant parfois de vastes étendues de plusieurs hectares.
- **Mars collectant les eaux de ruissellement** : il s'agit d'une technique très ancienne qui était très utilisée dans les aires collectives de pâturage et qu'on trouve actuellement en un état

dégradé soit emporté par les eaux soit envasé par les sédiments. Les mares servent principalement à abreuver le troupeau. Elles sont alimentées localement par des canaux à la base des versants peu filtrants. Sans entretien ces canaux évoluent en ravins.

Les possibilités de mobilisation de ces eaux doivent permettre de :

- ✓ Essayer de désertifier les activités économiques afin d'alléger la pression exercée sur les parcours.
 - ✓ Préserver le milieu contre la dégradation ; la désertification et la déforestation.
 - ✓ Développement de l'agriculture et la réhabilitation de l'activité pastorale, qui peut être valorisée par une réorganisation du mode de production.
 - ✓ Redynamisation de l'esprit pastoral et renouer la natalité pastorale de la population.
 - ✓ Veiller sur le repêchage de l'équilibre homme/animal/végétal.
 - ✓ Alimentation des nappes souterraines.
 - ✓ Renforcement du réseau d'abreuvement.
- **Gestion collective des eaux des sources** : en relation avec les sources plus fréquentes dans la zone d'étude, plusieurs petits périmètres d'irrigation ont été aménagés aux bas versants lorsque le débit d'eau est suffisamment fourni. Il s'agit d'une forme collective d'irrigation gérée par des formes de distribution très complexe et souvent anciennes (**PASCON ; 1983**).
- La distribution la plus courante de la terre et de l'eau s'est faite selon les lignages. Les fils héritent leur droit de l'ancêtre disparu. L'irrigation se fait généralement suivant le tour de rôle (Nouba).
- A partir de la source qui se trouve généralement à l'amont dans le fond des torrents ou des petits oueds, les eaux sont conduites dans une séguia très étroite construite en terre battue ou en béton armé. L'eau est rassemblée dans des bassins construits aussi en terre et refaits actuellement en ciment.
- Ces ouvrages ont une capacité de stockage modeste (10 à 40 m³ en moyenne). Ils sont situés en haut du périmètre ; une séguia principale alimente les canaux secondaires ou tertiaires construits également de terre battue.
- Les cultures pratiquées sur ces périmètres sont dominées par les légumineuses, mais le maraîchage n'est pas absent ainsi que l'arboriculture tient une importance secondaire dans ces milieux.
- ❖ **Seuil d'atterrissement construits dans les ravins avec de la pierre sèche** : pour piéger les sédiments et stabiliser les ravins. Cordons de pierres sèches inspirés des paysans. Une sorte de mur bas et long de plusieurs mètres qui ceinture une partie du versant et intercepte les eaux de ruissellement et leur charge sédimentaire.
 - ❖ **Empilements** : dans les zones caillouteuses, les paysans déplaçant les grosses pierres (> 20cm) et les empilant sur des zones blocs immobiles pour faciliter le labour et augmenter la surface cultivable. Ces empilements vont croître avec le temps pour former des cordons en pierres

d'abord discontinus et en fin des cordons continus qui dissipent l'énergie du ruissellement. Ils sont construits en priorité pour délimiter les propriétaires des champs et pour isoler les champs cultivés du bétail. Parfois ces délimitations sont construites sous forme de mur de deux mètres de hauteur en moyen par un mélange d'argile et débris végétaux et d'eau.

- ❖ **Les terrasses** : en fonction de matériaux disponibles localement, les talus sont en terre, ou renforcés par des herbes (s'il n'y a pas de pierre) ou par des pierres aux endroits sensibles. Leur construction est progressive car elle demande beaucoup de temps et leur entretien exige aussi beaucoup de main d'œuvre, elles sont souvent abandonnées si leur production n'est plus assez rentable.

II.3.2. Techniques culturales de CES

Le système de culture qui peut être défini comme un ensemble constitué par la succession des cultures sur une parcelle et les techniques culturales qui leur sont appliquées est le facteur important où l'homme peut intervenir pour protéger et améliorer la productivité des ressources.

Si nous analysons la répartition spatiale et temporelle des terres cultivées en zone steppique, nous observons souvent des systèmes de gestion traditionnels caractérisés par :

- Une diversification de cultures: céréaliculture, arboriculture fruitière, culture fourragère, et culture maraîchère.
- Un travail du sol traditionnel (araire, manuel).
- Une utilisation de fumier et une matérialisation biologique des exploitations (haies vives).
- L'analyse des pratiques culturales dans les différentes zones étudiées a montré généralement un impact positif sur la conservation de l'eau et du sol et sur l'amélioration de la productivité des terres aménagées.

Ce sont des techniques simples, peu coûteuses à la portée des exploitants agricoles. Ceci est confirmé par les résultats d'analyse (rapport coût/efficacité et indice de productivité agricole intéressant et bonne reproductibilité). Certaines pratiques culturales largement répandues en Afrique du Nord sont de nature à minimiser le ruissellement et favoriser l'infiltration.

- Le travail du sol à l'araire sur les terres en pentes présente moins de risque que celui du travail mécanisé et même que celui des sols laissés en jachère pâturée. La jachère, technique très traditionnelle, si elle est bien gérée a une influence très marquée sur la production et la réduction de l'érosion.
- La pratique des cultures en billons, très utilisée dans la zone, permet une bonne gestion des eaux de ruissellement et une réduction de l'érosion.
- L'utilisation du fumier, même si le coût est relativement élevé, améliore significativement la CES et la productivité. Il faut noter que l'utilisation des techniques

citées ci-dessus n'ont l'impact positif observé que parce qu'elles fonctionnent ensemble et d'une manière combinée.



Photo n°19 et 20 Apport solide et liquide de crue



Photo n°21 : mise en défont (sfissifa)



Photo n°22 : Retenue collinaire très stable



Photo n°23 : Madjen de Tiout (sfissifa)



Photo n°24 : Utilisation de billonnage

Planche n°4 : Différentes aménagements



Photo n°25 et 26 : Seuil en gabion emportée par les eaux des pluies



Photo n°27 : Destruction et envasement total d'un seuil

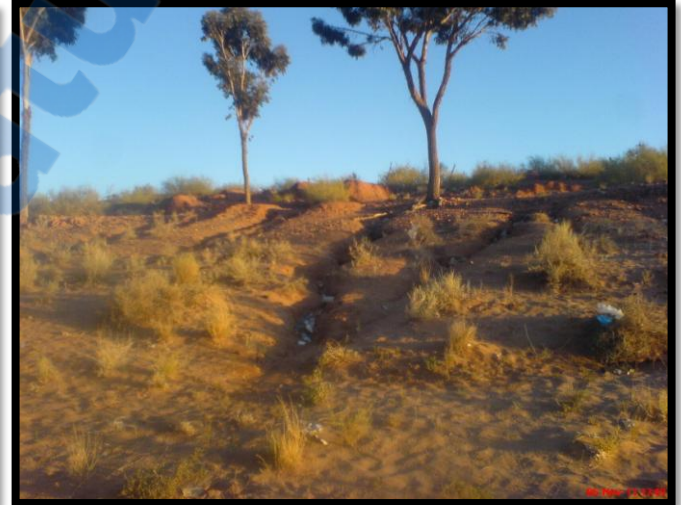


Photo n°28 : Malgré la fixation biologique des Berges l'érosion hydrique se développe



Photo n°29 : Reprise biologique à l'amont des seuils en gabion compose essentiellement de tamarix



Photo n°30 Reprise biologique des berges de l'oued

Planche n°5 : Etat des aménagements



CHAPITRE III

Discussion

Discussion

Les quarantaines de seuils de correction des ravines ont été analysées dans la zone d'étude. Leur évaluation et diagnostique ont été basés surtout sur des prospections de terrain et des enquêtes effectuées avec les personnes concernées (Forestiers, population,...).

L'analyse des travaux antiérosifs et des structures de correction torrentielle dans notre bassin versant ont permis de caractériser et de comparer les différents types d'aménagements (seuil en gabion et seuil en pierre sèche).

Le volume de réalisation de chaque type de seuils nous donne une première interprétation sur l'importance d'intervention ; les seuils en gabion sont les plus utilisés avec un taux de plus de 96%, le reste 4% représente le taux d'utilisation de seuil en pierre sèche.

III.1. Objectif principal de réalisation des ouvrages :

Les différents aménagements examinés montrent que l'objectif de réalisation de ces ouvrages est reparti entre la création de l'emploi et lutter contre l'envasement des sources et des retenus en aval. Certains seuils en terres implantés dans la zone étudiée avaient pour objet l'abreuvement de cheptel. Pour les seuils en pierre sèche construits durant l'année 2000, leur objectif était la protection de civilisation surtout l'exposition sud de djebel Aissa. Le deuxième objectif est la création de l'emploi dans le cadre du programme de -Tup Himo-(**Conservation des forêts Naama ; 2011**). Les seuils en gabion utilisés pour corriger les ravinelements.

Les retenues collinaires sont des ouvrages en terres destinés essentiellement à l'irrigation, servant d'une part à fixer la population par une intensification d'une agriculture d'autosubsistance et d'autre part à protéger les grands systèmes hydrauliques contre l'envasement et la sédimentation, leur rôle joué dans la lutte antiérosive des bassins versants n'est pas à négliger.

III.2. L'étude préalable sur les aménagements

Après notre enquête avec les personnes qui ont participé à la réalisation des travaux de différentes techniques antiérosives recentrées dans la région de Ain Sefra, nous avons constaté et dégagé constations suivantes :

- Le choix très limité dans les types d'ouvrage mise en place (seuil en gabion et seuil en pierre sèche seulement) parfois inadaptés au terrain en place ;
- Les aménagements mécaniques prospectés nous montre que un taux important des seuils en pierre sèche ne fonctionnent pas, en raison de leur implantation dans les ravines non actives (sans études préalables) ;

- Une densité des seuils parfois exagérée surtout les seuils en pierre sèche ;
- Dans plusieurs des cas l'inexistence d'étude spécialisés dans le domaine de conservation de l'eau et du sol, et les études existantes ont été faite d'une manière sommaire et de façon type. seuls les dernières années où l'administration attribue des bureaux d'étude pour faite des études surtout pour les seuils en gabion et les retenus collinaires ont donne des résultats satisfaisants.

Le service technique de conservation de l'eau et du sol est parfaitement convaincu que le traitement des ravins était prioritaire dans cette région menacée par une dégradation intensive du sol par les averses. des seuils en gabion et des retenus et parfois associées avec des fixations biologiques conviennent mieux à la stabilisation des terrains de notre zone d'étude.

III.3. La durée des aménagements

La qualité, la forme, la dimension et le calibre des pierres utilisées pour la construction d'un barrage torrentielle influent sur le bon fonctionnement et la durée de vie de l'ouvrage. Évidemment, si l'on a affaire à une pierre qui se désintègre rapidement quand elle est exposée à l'eau et à l'air, l'ouvrage ne durera guère. De plus, si l'on utilise uniquement des petites pierres, celles-ci peuvent se déplacer sous l'impact du premier débit abondant et le barrage est rapidement détruit. Par contre, un barrage de consolidation construit en gros blocs laissant de larges vides dans l'ouvrage offrira une certaine résistance à l'écoulement mais laissera éventuellement passer des courants d'eau à travers les trous. Ces courants sont extrêmement destructeurs s'ils sont orientés vers des ouvertures dans la protection des berges ou autres parties non protégées du chenal. La présence de larges vides dans les barrages empêchent également les sédiments de s'accumuler en amont des ouvrages. En général, cette accumulation est souhaitable car elle accroît la solidité des ouvrages et contribue à stabiliser la ravine. **(BURCHARD H. 1977)**

Dans notre région, nous avons constaté que 80% des 15 retenues collinaires prospectées présentent un état satisfaisant et 70% sont exploitées mais pas intensément. Sachant que leur réalisation date de plus de 7 ans, cette durée dépasse même le tiers de la durée de vie approximativement prévue pour une retenue collinaire (durée de vie de 20 ans).

Le problème d'érosion, de transport solide est déjà très préoccupant pour ces régions car l'investissement pour ces ouvrages est très important et l'envasement contribue davantage à la réduction de leur durée de vie.

III.4. Conception et confection des seuils

Une conception technique doit contribuer à établir et restauration les barrages correction torrentielle, les seuils en gabion représentent l'ouvrage d'art le plus couramment utilisée. Les forces

qui agissent sur un barrage de correction dépendent de la conception et du type de matériau de construction.

La construction des ouvrages n'ont pas toujours été conformes aux normes, ce qui explique l'inefficacité partielle et quelque fois totale des ouvrages due à la diminution excessive des fondations de plus l'inexistence de leur entretien.

Pour éviter toutes ces anomalies des études préalables spécialisées sont nécessaires.

On peut simplifier les méthodes de conception des radiers en enrochements et adopté une règle empirique: la longueur du radier doit être 1,5 fois la hauteur de l'ouvrage dans les chenaux dont le gradient n'excède pas 15 pour cent et 1,75 fois quand le gradient dépasse 15 pour cent. La longueur du radier calculée de cette façon comporte une marge de sécurité suffisante pour empêcher la chute d'eau de frapper le fond non protégé de la ravine. Le plan prévoit l'encastrement du radier dans le lit du chenal de manière que sa surface soit approximativement plane et à 0,15 m environ au-dessous du niveau primitif du fond de la ravine. (BURCHARD H. 1977).

III.4.1. Matériaux de construction des seuils

La pierre s'est avérée constituer un matériau de construction particulièrement bien adapté quand elle est employée correctement. On la trouve souvent sur le terrain même, ce qui évite des frais de transport sur de longues distances. La qualité, la forme, la dimension et le calibre des pierres utilisées pour la construction d'un ouvrage influent sur le bon fonctionnement et la durée de vie de l'ouvrage. Évidemment, si l'on a affaire à une pierre qui se désintègre rapidement quand elle est exposée à l'eau et à l'air, l'ouvrage ne durera guère. De plus, si l'on utilise uniquement des petites pierres, celles-ci peuvent se déplacer sous l'impact du premier débit abondant et le barrage est rapidement détruit. Par contre, un barrage de consolidation construit en gros blocs laissant de larges vides dans l'ouvrage offrira une certaine résistance à l'écoulement mais laissera éventuellement passer des courants d'eau à travers les trous. Ces courants sont extrêmement destructeurs s'ils sont orientés vers des ouvertures dans la protection des berges ou autres parties non protégées du chenal. La présence de larges vides dans les barrages de consolidation empêchent également les sédiments de s'accumuler en amont des ouvrages. En général, cette accumulation est souhaitable car elle accroît la solidité des ouvrages et contribue à stabiliser la ravine.

III.4.2. Aspects techniques

III.4.2.1. L'ancrage des aménagements

Le fait d'ancrer un barrage de consolidation dans les talus latéraux et le fond de la ravine renforce considérablement la stabilité de l'ouvrage. Ce genre d'ancrage est important dans les ravines où l'on peut s'attendre à de gros débits de pointe et où les sols sont fortement sujets à l'érosion (par exemple, les sols ayant une forte teneur en sable). On a installé avec succès des barrages de consolidation en pierre sèche, sans ancrage dans des sols dérivés d'un granit mais les débits de pointe estimés ne dépassaient pas 0,2 m³/s.

Pour empêcher les flots destructeurs de contourner le barrage et de saper les berges, on prolonge l'ancrage jusque dans les talus latéraux de la ravine. L'affouillement risquerait de créer des vides entre le barrage et la berge, ce qui rendrait l'ouvrage inefficace. Les ancrages diminuent le danger d'affouillement et de minage autour des barrages de consolidation car ils ont pour effet d'allonger considérablement le chemin parcouru par les infiltrations. A mesure que les vides du dispositif d'ancrage se bouchent, la longueur de parcours des infiltrations augmente. Il s'ensuit une diminution de la vitesse d'écoulement des eaux d'infiltration et, de ce fait, un affaiblissement de la force érosive.

La pièce d'ancrage placée dans le fond de la ravine est destinée à préserver le barrage de consolidation contre un sapement de l'ouvrage par l'aval. La base de l'ancrage, qui constitue l'empatement du barrage, doit donc être conçue de manière à se trouver au-dessous de la surface du radier. Cela est particulièrement important pour les ouvrages à parois et pour les ouvrages imperméables qui sont davantage exposés à un affouillement à la base. L'eau qui s'écoule par-dessus l'évacuateur forme une chute qui crée une principale zone critique d'impact à l'endroit où le ressaut hydraulique frappe le fond de la ravine. Cet endroit est situé à une certaine distance de l'ouvrage. Par ailleurs, les flancs des barrages de consolidation en enrochements et à armature métallique plongent sous le radier et il n'y a pas de chute dénoyée.

Les ancrages se composent d'une tranchée de 0,6 m de profondeur et de largeur, creusée en travers du chenal. La présence de grandes quantités de débris sur la partie inférieure des talus du chenal ou de larges fissures et crevasses dans les parois des berges est un signe d'instabilité excessive; il faut alors porter la profondeur de la tranchée à 1,2 ou 1,8 m.

Pour construire le barrage on commence par remplir l'ancrage au moyen d'un enrochement. Puis on érige le barrage sur ce blocage. Il faut contrôler attentivement la répartition du calibre des pierres dans les ancrages. Si on laisse de grands vides, les vitesses d'écoulement à l'intérieur de l'ouvrage peuvent entraîner les matériaux des berges. Comme les pierres des dispositifs d'ancrage sont logées

dans la tranchée et ne peuvent donc être aisément déplacées, il est avantageux d'utiliser des éléments plus petits, par exemple un mélange contenant 80 pour cent de pierres ayant un diamètre inférieur à 14 cm. (BURCHARD H. 1977).

III.4.2.2. Les déversoirs

Les prospections ont montré que les seuils en pierre sèche n'ont pas un déversoir par contre la majorité des seuils en gabion ont un déversoir bien centré avec des différentes formes (forme longitudinale, rectangulaire, trapézoïdale ou curviligne).

III.4.2.3 Dimension technique

La majorité des aménagements ont leur dimensionnement dans les normes, l'autre sont surdimensionnées ou sous dimensionnées. Pour certains seuils en pierre sèche leur dimensionnement est parfois imprécis (soit leur emplacement, soit la sur estimation du volume).

En Algérie, la formule appliquée pour la détermination de l'emplacement entre les seuils de correction torrentielle est celle donnée par (GRECO.1966)

$$E = L/N$$

Où E : espacement. L : longueur du ravin, N : nombre de seuils.

Et le nombre des seuils est calculé d'après la formule suivante :

$$N = (P - I)/H$$

Où N : nombre de seuil, P : pente moyenne du lit, I : pente de compensation déterminé expérimentalement, H : hauteur moyenne du barrage.

III.4.2.4 Fondation des seuils

Une fois le seuil implanté (axe, largeur et longueur) il est nécessaire de creuser la fouille de fondation selon la profondeur choisi. Il est très important que le niveau de la fouille soit horizontal. Pour le creusage de la fouille de fondation il faut prendre en compte aussi l'emprunt des talus latéraux, raison pour la quelle la largeur totale de la fouille doit être supérieure d'environ 1 m à la largeur demandé.

Après le planage de la fouille de fondation il est nécessaire de mettre en place une couche de tout venant compacté pour garantir une bonne pose des gabions. Le tout venant doit être bien plané pour obtenir un niveau horizontal. En suite on passe à l'arrosage et au compactage de la couche. Il faut prêter attention pour éviter la concentration des matériaux plus grossiers vers les bords de la fouille. Pour avoir un compactage optimal les bords doivent être compactés à la main avec dames.

L'épaisseur de la couche de tout venant est fonction de l'importance de l'ouvrage, en général une couche de 25 à 30 cm est suffisante.

III.5. L'implantation des seuils

Les ouvrages doivent s'appuyer les uns sur les autres, l'écartement étant calculé en tenant compte de la pente de compensation, c'est à dire de la pente observée au fond des ravines sur le terrain où l'on ne constate ni arrachement, ni sédimentation. Le principe de la correction en escalier doit être respecté si l'on veut assurer la pérennité de l'aménagement. Un écartement trop important ou la destruction d'un ouvrage compromet à terme la stabilité de tous les ouvrages supérieurs. En effet l'érosion régressive est particulièrement rapide lorsqu'une masse d'alluvions tapisse le lit de la ravine. Même lorsque cette érosion est moins rapide parce qu'elle doit inciser la roche en place, nous sommes obligés de raisonner sur des durées longues, compte tenu de la pérennité recherchée des ouvrages.

Lorsque l'écartement entre les ouvrages est trop important, la base d'un barrage est affouillée, le coût de l'opération est élevé (reprise de la maçonnerie en sous-œuvre, construction d'un contre-barrage). Il est donc économiquement plus rentable de déterminer l'écartement entre les ouvrages de telle façon que le risque d'affouillement soit minimisé.

Lorsque l'objectif est de stabiliser le profil il faut traiter les sections où l'incision joue réellement un rôle. Dans ce cas, il suffit souvent d'installer des ouvrages de taille modeste pour cesser cette incision. Lorsque l'objectif est de stocker des sédiments, on intervient généralement plus à l'aval dans des sections à pentes faibles, ce qui permet de retenir un volume d'alluvions plus important pour une même hauteur d'ouvrage. Cet objectif conduit à donner une hauteur plus importante aux ouvrages.

Les travaux de correction torrentielle décrits constituent une technologie à la fois coûteuse et fragile. Le coût est lié à l'emploi de matériaux durables (gabion et maçonnerie) et à la nécessité de dimensionner largement les ouvrages pour leur permettre de résister aux diverses contraintes et risques (chocs de gros blocs, cisaillement des berges instables, renversement sous la pression de l'eau, affouillement, renardage, contournement, etc...).

La fragilité provient de ce que la destruction d'un ouvrage provoque souvent la ruine des ouvrages situés en amont sous l'effet de l'érosion régressive. L'écêtement d'une grosse ravine n'est justifié que dans le cas où cette ravine menace des intérêts ayant une grande importance économique, là où un service chargé d'assurer l'entretien des ouvrages existe et dispose de moyens financiers importants et d'un personnel qualifié."

III.6. Entretien et suivi des aménagements

L'absence d'entretien et de suivi des techniques installées réduit la réalisation des objectifs de lutte contre l'envasement de ces ouvrages et par conséquent réduit la durée de vie de ces derniers. Les techniques sont souvent mises en place puis abandonnées à elles mêmes et la population locale non convaincu par leurs intérêts et non intégrés dans leur réalisation ne donne pas un bon accueil à ces mesures imposées par les autorités administratives.

Généralement, cet entretien ne peut être assuré par les agents de l'Etat. Les paysans peuvent en assurer l'entretien au cas où ces seuils ont un impact suffisant sur la productivité agricole du bas fond. L'espacement entre les seuils de correction d'une petite ravine n'a pas besoin d'être calculé comme dans le cas du traitement des ravines importantes à fonctionnement torrentiel. En effet, l'épaisseur des alluvions est en général faible et de ce fait, lors du surcreusement local dû à la destruction d'un ouvrage, l'érosion régressive progresse moins vite vers l'amont que lorsqu'elle travaille dans des alluvions profondes. L'aménageur dispose donc d'une certaine souplesse dans la localisation des ouvrages. Il pourra en particulier démarrer le traitement là où la tenure des terres ne pose pas de problème et où les propriétaires riverains sont disposés à collaborer entre eux. En principe il faut intervenir en priorité sur les tronçons amont, là où les chances de réussite sont supérieures, compte tenu d'une torrencialité moindre. Une fois ces secteurs aménagés, le traitement de l'aval sera plus facile.

III.7. Le coût et efficacité de l'aménagement

Les options techniques des investissements sont fonction d'une appréciation économique et sociale du projet, d'une part en ce qui concerne l'aménagement d'ensemble de la rivière, d'autre part en ce qui concerne le seuil lui-même. Une analyse économique du projet d'aménagement mettant en balance les coûts d'étude, de construction et de fonctionnement du ou des ouvrages avec les bénéfices attendus permettra de juger de l'intérêt du projet. Les coûts associés à chacune des fonctions permettront d'orienter les modes de financement du projet.

Le coût du barrage étant directement proportionnel au volume de l'ouvrage, la quantité de pierre nécessaire et la hauteur effective du barrage. C'est à-dire que, dans une ravine donnée, il existe une hauteur de barrage pour laquelle la quantité de pierre nécessaire pour un traitement est la plus réduite.

On ne peut juger de la valeur d'un traitement sur la seule base des coûts d'aménagement, car l'appréciation des avantages fait partie du processus de décision. Les dépôts sédimentaires retenus par les barrages de consolidation peuvent être intégrés dans un rapport de coûts qui fait entrer en

ligne de compte un avantage tangible. Le rapport sédiment-coût augmente (le traitement est de plus en plus avantageux) avec la hauteur du barrage et diminue quand la pente augmente.

Le problème posé est celui de la correction torrentielle, de types des seuils à mettre en place, de leur coût et de leur efficacité, pour stocker les sédiments, mais surtout pour rehausser le fond de la ravine et de rétablir la pente d'équilibre des versants permettant ainsi d'installer une végétation naturelle et d'éteindre les foyers d'érosion.

La sensibilisation du paysan face à l'aggravation de l'érosion, nécessite de renforcer le dialogue entre techniciens et paysans en informant ces derniers sur l'efficacité des différentes techniques physiques, biologiques et culturelles en matière de lutte anti-érosive. A cet effet, il serait urgent de mettre à disposition des paysans des techniciens qualifiés qui les assisteraient dans leurs travaux. Des subventions pourraient être accordées par exemple aux agriculteurs désireux d'entreprendre des travaux de lutte contre l'érosion.

Il faut signaler aussi les coûts très élevés de ces ouvrages ; les seuils en gabion ont été réalisés avec un prix unitaire de 3000 DA/m³ et les seuils en pierre sèche avec 2500DA/m³. Pour un volume total de 98500 m³ et avec un nombre de seuils en gabions plus dominant +96% que celui des seuils en pierre sèche et sans oublier les autres types d'aménagements installés (retenus collinaires, plantation rustiques, fixation des berges et des dunes, mise en défonce,.....) le coût global atteint des milliards de dinars.

Le rôle des ouvrages de CES dans la préservation du milieu naturel est un aspect qui justifie leur coût.

Localement le rôle de ces ouvrages dans la maîtrise des eaux de crues apparaît minime, mais on leur connaît à l'échelle du bassin versant une efficacité irréfutable.

Toutefois, ces ouvrages nécessitent pour être fonctionnels un entretien périodique, permettant d'assurer leur efficacité lors du passage des fortes crues. L'adoption au niveau de l'aménagement hydraulique s'avère être le moyen le plus efficace pour la lutte contre les inondations et la protection des bassins versants.

Les observations recueillies sur le terrain permettent de remarquer que les travaux exécutés n'ont pas toujours donné les résultats prévus et que même, parfois, ils tendent à aggraver la situation dans certains secteurs. On peut retenir deux séries de causes à ces échecs, des principes de base insuffisants et une mauvaise utilisation de certaines techniques.

III.8. Impact des aménagements

Le projet de protection de bassins versants par la lutte anti-érosive de la région d'Ain Sefra se réalisera à travers les travaux d'aménagement physique, biologique et agronomique qui sont les travaux typiques du génie rural ayant un impact direct sur la production agricole et pastorale.

En effet, les travaux de protection de bassin versant vont permettre d'améliorer l'infiltration de l'eau aux champs afin d'augmenter la nappe phréatique et en conséquence augmenter la production de la biomasse en couvrant mieux le sol et de rétablir l'équilibre des bilans des matières organiques et minérales du sol. Dans les bandes d'infiltration composées d'arbres, d'arbustes et/ou d'herbes qui suivront les courbes de niveau et par des méthodes culturales, les eaux de ruissellement seront ralenties et les terres érodées seront sédimentées.

De même, le reboisement de 596 ha sur les monts contribuera à protéger en amont les micros bassins versants mais également à rétablir l'équilibre et le maintien de débit des sources qui alimentent en eau potable le centre urbain d'Ain Sefra.

Rapport-Gratuit.com



CONCLUSION GÉNÉRALE

CONCLUSION GÉNÉRALE

La grande diversité des techniques traditionnelles de Conservation des eaux et du sol témoigne d'un côté, d'une prise de conscience ancienne vis-à-vis de la rareté des ressources et du risque qu'elles encourent, et de l'autre côté, d'une richesse dans le savoir faire paysan qui a pu résister aux différentes crises qui ont secoué la région. Certes les techniques paysannes ne sont pas très performantes, mais elles sont très bien adaptées aux conditions difficiles du milieu. Elles sont surtout en harmonie avec les préoccupations du paysan puisque leur construction ne demande pas beaucoup de moyens et surtout n'utilise pas beaucoup d'espace lequel est précieux dans un milieu aride où les terres arables et fertiles sont rares.

Les observations de terrain montrent que les techniques Traditionnelles ne sont pas suffisantes :

le développement de l'érosion est plus rapide que le rythme des aménagements individuels, l'intervention de l'administration est peut être incontournable mais celle ci doit repenser ses stratégies et sa façon d'agir et surtout éviter le spectaculaire au profit des actions concertées et intégrées. Le refus du paysan des techniques nouvelles n'est pas systématique, son adoption de la façon géométrique de construire les seuils en pierres sèches et en gabion introduites dans la région est le signe d'une bonne volonté d'ouverture surtout quand la technique est déjà justifiée et que le paysan lui même est convaincu de son efficacité.

le choix des techniques de conservation des eaux et du sol les plus appropriées et les plus convenables en relation avec les données naturelles et les conditions socio-économiques des populations et l'invention de méthodes de gestion du sol et de l'eau, inspirées des techniques traditionnelles, mais fortement améliorées et surtout facilitées (gain en temps de travail et en efforts d'entretien).

Les aménagements de maîtrise des eaux dans les régions arides en Algérie restent un moyen adéquat pour mettre à la disposition des paysans des quantités supplémentaires en eau nécessaires pour l'augmentation des productions agricoles des parcelles et par conséquent les revenus des bénéficiaires.

Leur efficacité et durabilité dépendent de nombreuses conditions qui vont du choix technique de l'ouvrage à la participation des acteurs locaux des projets. La motivation de ces derniers est d'autant plus forte que les nouvelles perspectives de développement pourront rapidement se concrétiser.

Dans la région d'AIN SEFRA, les résultats présentés et les analyses effectuées montre bien que les risques d'érosion sont étroitement liées ; à la végétation et au climat, au type du sol, à la pente, à la lithologie, à la végétation et aux facteurs anthropiques.

L'érosion hydrique en dégradant les infrastructures, réduisant la surface agricole utile (SAU), envasant les retenues, baisser la fertilité des sols et la dégradation des sols et réduction de l'infiltration des eaux de pluies et stérilisation des sols par salinisation, augmenter des crues et des inondations et par conséquent amplifiant de la pauvreté et de l'exode rural.

Notre travail a porté sur l'analyse des techniques de conservation de l'eau et du sol dans la région d'AIN SEFRA dont la superficie globale est de 1948 km². Les types d'aménagement réalisés dans ces micros bassins sont surtout les aménagements mécaniques avec un volume de 103 900 m³ répartie sur deux types d'ouvrages (seuils en gabion et en pierres sèches).

Les aménagements biologiques avec un volume de 47 763 ha répartis entre reboisement, plantation fruitière.

La comparaison des différents types de seuils utilisés dans la correction torrentielle, a montré que les seuils en gabion restent les plus efficaces et les plus adaptés à ce type de milieu.

La lutte mécanique est indispensable et efficace temporairement mais exige une fixation biologique rapide des atterrissements, des versants et de l'amont des ravines.

La stratégie de CES tente de réduire les transports des sédiments pour protéger les ouvrages situés en aval, malgré plusieurs années de reboisement et de correction torrentielle, on observe toujours des crues importantes et des vitesses d'envasement très rapides des retenues artificielles dans notre région d'étude. On peut se demander s'il ne faut pas compléter ces aménagements indispensables des hauts de bassin par l'aménagement des oueds et des basses vallées pour réduire enfin les transports solides.

Notre travail, à travers l'analyse d'une centaine de ces aménagements, a tout d'abord et dans un premier temps abordé l'analyse d'un échantillon qui n'est pas très exhaustif mais assez intéressant. Il nous a permis d'aborder les aménagements de conservation de l'eau et du sol les plus utilisés, de faire leur inventaire, leur diagnostic et leur analyse du point de vue de l'efficacité, de la productivité, de la reproductibilité et du coût.

L'impact est généralement positif sur la CES et sur l'amélioration de la productivité des terres aménagées. Et ce sont les techniques simples, peu coûteuses et à la portée de l'exploitant agricole qui ont montré le plus d'efficacité. Néanmoins ces aménagements restent très éparpillés et quelquefois localisés. Certains sont abandonnés d'autres au contraire, par le profit qu'elles procurent, sont largement utilisés et reproduits. Il s'est avéré que l'association des techniques de CES traditionnelles (mécanique, biologique, techniques culturales) combinée avec des compléments de fertilisation a un impact très positif sur la production et la réduction du risque de dégradation.

Il apparaît clairement qu'il est aujourd'hui nécessaire de privilégier, dans le cadre des nouvelles stratégies de conservation de l'eau et du sol, toutes ces techniques ancestrales qui ont prouvé leur efficacité à travers le temps, mais surtout celles que les agriculteurs en zone aride comme en zone humide ont adoptées, adaptées et maîtrisées.

Le rôle des ouvrages de CES dans la préservation du milieu naturel est un aspect qui justifie leur coût.

Localement le rôle de ces ouvrages dans la maîtrise des eaux de crues apparaît minime, mais on leur reconnaît à l'échelle du bassin versant une efficacité irréfutable.

Ces ouvrages permettent la création des points d'eau au profit de la population, la stabilisation des sols, l'alimentation des nappes souterraines et l'augmentation de la durée de vie des grands ouvrages hydrauliques. Toutefois, ces ouvrages nécessitent pour être fonctionnels, un entretien périodique, permettant d'assurer leur efficacité lors du passage des fortes crues. L'adoption au niveau de l'aménagement hydraulique s'avère être le moyen le plus efficace pour la lutte contre les inondations et la protection des bassins versants.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDELGHERFI A et LAOUAR M.1996 : La privatisation du foncier, impact sur l'environnement et sur les ressources génétiques en Algérie' in 'pasteurisation du foncier : Impact du régime foncier sur la gestion de l'espace pastoral et la conduite des troupeaux en régions arides et semi arides 17-19 octobre 1996.Gabès .Tunisie. option méditerranéennes. N° 32pp 203-207.
- AIDOU D A.TOUFFET J.1996 : La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima*) graminée pérenne. Un indicateur de désertification des steppes algériennes 'Sécheresse (Paris) vol 7n°3.pp187. 193p.
- ALBERGEL J. BOUFAROUA M.PIPIN Y.1998: Bilan de l'érosion sur les petits bassins versants des lacs collinaires en Tunisie semi aride. Bull.Réseau Erosion.IRD.ORSTOM.Mentpellier.18 :67-75p.
- AL KARKOURI et al.2000 : Technique de conservation de l'eau et des sols dans une zone semi aride méditerranéenne du rif central (vallée de Beni Boufrah).
- ANONYME. 2008 : Revis le 04 décembre 2008 sur les matières organiques du sol : rôles, risques et enjeux. Colloque de restitution du programme.
- ARNOLD J.B.1989 : Ministère de l'agriculture de l'alimentation et des affaires rurales. L'érosion du sol. Causes et effets. ONTARIO Agdex 572. GESSOL 2. Paris.
- ARRIGNON J.1987 :Agro-écologie des zones arides et subhumides. Ed :G.P.Maison neuve. Paris pp13-27.
- BAGNOULS F.GAUSSEN H.1953 : Saison sèche et indice xérothermique. Bull.Soc.Hist.Nat.Toulouse.88pp193-239.
- BEDRANI S.1993 : La place des zones steppiques dans la politique agricole Algérienne. Parallelo. 37 n°16 pp43-52.
- BEN SAID A.SMAHL.Z.2003 : Utilisation de la télédétection et des SIG pour l'aide a la surveillance du risque de la dégradation des parcours steppiques. Revue Télédétection n°05 vo3ISSN.1028.7736.
- BEN SAID A.2006 : Sig et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride :le cas de la wilaya de Naama (Algérie). Thèse. Doc.Univ.Joseph Fourier.Grenoble I.Géographie.Institut Géo.Es Senia.ORAN.299P+Ann.
- BEN SAID S.1995 : Bilan critique du barrage vert en Algérie. Sécheresse (Paris) n°06. Pp-247-255.
- BOUABELLAH H.1991 : Dégradation du couvert végétal steppique de la zone sud-ouest oranaise (le cas d'El Aricha) Université d'Oran. Institut de géographie et de l'aménagement du territoire .ORAN.180P.

- BOUANANI A.2009 : Hydrologie, transport solide et modélisation. Etude de quelques sous bassins de la Tafna. (NW.Algerie). Thèse. Doc.Hyd.Univ.Tlemcen. 250P.
- BOUFAROUA et al.1998 : Techniques traditionnelles de conservation de l'eau et des sols dans les zones arides et semi arides de la Tunisie. Bull Réseau Erosion.IRD.ORSTOM.Montpellier.France.35p.
- BOURBOUZE A. GIBON A.1999 : Ressources individuelles ou ressources collectives. l'impact du statut des ressources sur la gestion des systèmes d'élevages des régions du pourtour méditerranéen. Séminaires Méditerranéens.1999 options Méditerranéen. Série A.CIHEAM n°38.pp289-309.
- BOUROUGAA, MONJENGUE, 1992
- BURCHARD H. 1977 : Ouvrages et méthodes de correction de ravins. Ed. FAO. Rome.
- CHAFI
- COMBES F.1992 : Les plantations RTM. Bull. Réseau Erosion, 12 52-6.
- Conservation des forets.2011 Wilaya de Naama.
- DAGET PH et POISSONET P.1971 : Une méthode d'analyse phytoécologique des prairies. Critères d'applications. Ann. Agro. 22. 1 :5-41.
- DAJOZ R .1985 : Précis d'écologie Paris. Dunad.5^{eme} edition. In8 ; 24. 505P.
- DE MARTONNE
- Direction de la Planification et l'Aménagement du Territoire (DPAT).2011. Wilaya de Naama.
- Direction d'Environnement.2009.Wilaya de Naama.
- Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Naama.
- Direction des Services Agricoles (DSA) Wilaya de Naama.
- DJEBAILI S.1984 : Steppe Algérienne, Phytosociologie et écologie. Thèse.Doc.Univ.Scién.Tech. De langue doc Montpellier.OPU.Alger 1984.177p.
- EMBERGER L.1955 : Une classification biogéographique des climats. Travaux.Lab.Bot.Géo.Zool.Fac.Scién.Bot.Montpellier.pp3-43.
- FAO.1980.Conservation des ressources naturelles en zones arides et semi aride. Cahier FAO : conservation des sols 3 :135P.
- GRECO J.1966 : L'érosion et la DRS. Le reboisement en Algérie. Id. M.A.R.A. Alger,393P.
- GUILLOBEZ S.1990 : Réflexions théorique du ruissellement et de l'érosion. bois et forêt des tropiques. CTFP. France pp37-47.
- HADDOUCHE I.1998:Cartographie pédo paysagique de synthèse par télédétection (image Landsat TM) cas de la région de Ghassoul (El bayadh). Thèse de magistère. Institut National d'Agronomie (INA) Alger.143p.
- HADDOUCHE I.2009 : La télédétection et la dynamique des paysages en milieu aride et semi aride en Algérie : cas de la région de Naama. Thèse Doc en biologie.Fac.Scién.Univ. Tlemcen.211p+annexe.

- HADJIAT K.1997 : Etat de dégradation des sols en Algérie, document daté : 17/08/1997.p9.
- HALITIM A.1988 : Sol des régions arides d'Algérie. Edit Office des Publications Universitaires.336p.
- HEUSCH B.1988 : Aménagement d'un terroir, techniques de lutte contre le ravinement CNEARC. Montpellier.199p.
- KADI HAFINI A.H.1998 : L'alfa en Algérie. Alger. Algérie. Thèse de doc.USTHB.270P.
- LAOUINA A.2007 : La gestion conservatoire des eaux et des sols au Maroc. Essai de distribution spatiale. Univ M^{ed}V.Rabat. MAROC.
- LE BISSOUNNIS Y. LE SOUDER C.1995 : Mesurer la stabilité structurale des sols pour évaluer leur sensibilité à la battances et à l'érosion. ITCF. Biogène ville. France.55P.
- LE HOUEROU H.N.1995 : Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du nord de l'Afrique .option méditerranéennes. Série B. études et recherches n°10. 396p.
- MAHAMADOU A.2004 :L'analyse des facteurs de risque de l'érosion et du ruissellement dans le bassin versant de l'Isser. Thèse. ING d'état. Fores. Univ. Tlemcen 104P.
- MAZOUR M. ROOSE É.2002 : Influence de la couverture végétale sur le ruissellement et l'érosion des sols sur les parcelles d'érosion dans des bassins versants du Nord- Ouest de l'Algerie. Labo. CES. Dép. Fores. Fac. Scien. Univ de Tlemcen. Algerie. 320-330p.
- MAZOUR M.2004 : Etude des facteurs de risque du ruissellement et de l'érosion en nappe et conservation de l'eau et du sol dans le bassin versant de l'Isser-Tlemcen-Algerie. Thèse. Doc d'état. Fores.Univ.Tlemcen.165p.
- MELALIH A.2009 : Contribution à l'étude physico chimique des sols céréalières (cas de l'orge) dans la région de AIN SEFRA. Thèse.ING.Univ Tlemcen.Fac.Scien.92p+Ann.
- Ministre de l'environnement. 1999 : Fiche technique n°02 : stabilisation mécanique des rives. Québec.
- MORSLI B.1996 : Contribution à l'étude des sols de montagne : caractérisation, distribution, et susceptibilité à l'érosion, thèse. Magis. INA. Alger. 154p.
- MORSLI B. MAZOUR M. MEDEJEL N. HAMOUDI A. ROOSE É.2004 : Influence de l'utilisation des terres sur les risques de ruissellement et d'erosion sur les versants semi-arides du Nord de l'Algerie. Sécheresse 15(1)-96-104.
- NADJRAOUI D.1981 : Evolutions des éléments biogènes et valeurs nutritives dans les principaux faciès de végétation des hautes plaines steppiques de la wilaya de Saida. Thèse 3^{eme} cycle. USTHB.Alger.156p.
- NEDJIMI B. HOUMIDA M.2006 : Problématique des zones steppiques Algériennes et perspectives d'avenir. Centre Univ de Djelfa.13-19p.
- PASCON P.1983. Le Haouz de Marrakech - tome 1 : Les nécessités géographiques, l'héritage historique, t 2 : La domination capitaliste. Paris Rabat, CURS CNRS INAV.

- PAUL M.2002 : Courbes intensité –durée- fréquence. (IDF) proposition d'un modèle global. Lausanne.
- ROOSE É.1990 : Gestion conservatoire des eaux et de la fertilité des sols dans les paysages soudano-sahéliens de l'Afrique occidentale. ORSTOM. Fonds Documentaire N°27.542.ex1. Montpellier. France.55-72p.
- ROOSE É.1994 : Evolution historique des stratégies de lutte antiérosive vers la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES) Directeur de recherche en Pédologie : IRD. Montpellier. France.
- ROOSE É et al.1994 : Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols. (GCES). Bull. Pedol.FAO.70-420P.
- ROOSE É.1996 : Méthode, mesures, des états de surface du sol et la rugosité et des autres caractéristiques qui peuvent aider un diagnostic de terrain de risques de ruissellement et l'érosion... Bull. Res. Eros. IRD. Montpellier. 87.9p.
- ROOSE É.1998 : L'érosion à l'ORSTOM. 40 ans de recherche multidisciplinaires, réseau du centre ORSTOM. France pp122-134.
- ROOSE É. CHEBBANI R. BOUGOUSA L.1999 : Ravinement en Algérie. Typologie, facteurs de contrôle, Quantification et réhabilitation. Bull. Res. Eros. N°19. IRD. Montpellier. 122-134.
- ROOSE É. SABIR M.2001 : Stratégies traditionnelles de conservation de l'eau et des sols dans le bassin méditerranéen : classification en vue d'un usage renouvelé. Réseau Erosion.IRD.ORSTOM.Montpellier.France.109p.
- RUELLE P.SENE M.1990 : Défense et restauration des sols.
- SABIR M.1994 : Impact du pâturage sur certaines propriétés physiques et hydrologiques d'un sol brun calcaire en milieu pastoral aride .Haute Moulouya.Maroc.
Thèse.Doc.en science agronomique.IAV HII.Rabat.196p.
- SOLTNER D.1999 : Les bases de la production végétale tome 2. Edit. Scien.et Tech. Agricole. Paris.183P.
- SELTZER P. 1946 : Le climat de l'Algérie. Alger .Institut de météorologie et physique du globe, 219P.
- TAIBI A.N.1997 : Le piémont sud du djebel Amour (Atlas saharien, Algérie) apport de la télédétection satellitaire à l'étude d'un milieu en dégradation. Univ.Denis Diderot.Paris VII. Thèse Doc.310p.
- TRAORE K. ADAMA M.TOË.2008 : Capitalisation des initiatives sur les bonnes pratiques agricoles au BURKINA FASO. version finale.
- WALL G.J et al.1997 : RESLE-CAN. Equation Universelle Révisée des pertes de sol pour l'application au Canada. Ottawa (ONTARIO). CRECO.02.92.

- ZOBIRI B.2009 : Analyse et évaluation des aménagements de CES à l'amont du barrage ELIZDIHAR de Sid Abdelli Tlemcen. Algérie.
Thèse.Mag.Fores.Fac.Scién.Univ.Tlemcen.116p.

Rapport-Gratuit.com

ANNEXES



Annexe 1 : Evolution de la population de la wilaya par communes entre 1999et 2003

Communes	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Naâma	14,074	14,390	14,804	15,224	15,827	18,622	19,276	19,971
Mecheria	62,614	64,433	66,363	68,321	70,877	67,917	70,677	73,696
Ain-Sefra	42,050	43,159	44,282	45,419	46,725	54,229	55,878	57,684
Tiout	5,257	5,285	5,403	5,522	5,686	6,657	6,785	6,820
Sfissifa	6,852	6,907	7,038	7,170	7,294	7,210	7,264	7,325
Moghrar	3,540	3,580	3,643	3,707	3,724	4,431	4,453	4,512
Asla	9,232	9,265	9,498	9,734	9,983	9,879	10,097	10,295
Djenien-Bourezg	2,906	2,944	2,990	3,036	3,067	3,392	3,397	3,430
Ain-Ben-Khelil	10,568	10,648	10,735	10,822	10,909	12,632	12,914	13,039
Meckmen-Ben-Amar	8,813	8,914	9,019	9,125	9,228	8,607	8,859	9,044
Kasdir	6,644	6,655	6,654	6,657	6,657	7,851	7,789	7,735
El-biodh	12,334	12,291	12,297	12,303	12,277	12,074	12,023	11,979
TOTAL	184,884	188,471	192,726	197,040	202,254	213,501	219,412	225,530

Source : DPAT.2011

Annexe 2 : Estimation de la population selon les tranches d'âges et le sexe au 31/12/2010

Tranches d'âge	Masculin	Féminin	Total	%
[0 - 5[	15,167	13,349	28,516	12.64
[5 -10[	13,169	13,182	26,351	11.68
[10-15[	13,474	13,113	26,587	11.79
[15-20[	11,795	10,934	22,729	10.08
[20-25[	9,866	10,948	20,814	9.23
[25-30[	8,867	9,408	18,275	8.10
[30-35[	6,980	9,422	16,402	7.27
[35-40[	7,660	9,422	17,082	7.57
[40-45[	8,936	7,535	16,471	7.30
[45-50[	6,008	4,857	10,865	4.82
[50-55[	4,399	3,552	7,951	3.53
[55-60[	2,900	1,457	4,357	1.93
[60-65[	1,596	846	2,442	1.08
[65-70[	1,277	1,346	2,623	1.16
[70-75[	777	680	1,457	0.65
[75-80[	583	735	1,318	0.58
80 et +	638	652	1,290	0.57
Total	114,090	111,440	225,530	100

Source : DPAT.2011

Annexe 3 : Estimation de la population par grands groupes d'âge -31-12-2010

Communes	0-4 ans	5 - 14 ans	15 - 64 ans	65ans et +	TOTAL
Naama	2,525	4,688	12,166	592	19,971
Mecheria	9,318	17,298	44,894	2,186	73,696
Ain-Sefra	7,293	13,540	35,140	1,711	57,684
Tiout	862	1,601	4,155	202	6,820
Sfissifa	926	1,719	4,462	217	7,325
Moghrar	570	1,059	2,749	134	4,512
Asla	1,302	2,417	6,272	305	10,295
Djenien-Bourezg	434	805	2,089	102	3,430
Ain-Ben-Khelil	1,649	3,061	7,943	387	13,039
Meckmen-Ben-Amar	1,144	2,123	5,509	268	9,044
Kasdir	978	1,816	4,712	229	7,735
Elbiodh	1,515	2,812	7,297	355	11,979
TOTAL	28,516	52,938	137,388	6,688	225,530
%	12.64	23.47	60.92	2.97	100.00

Source : DPAT.2011

Annexe 4 : Estimation de la population selon la commune et la dispersion au 31/12/2010

Commune	ACL	AS		Éparse	Nomades	Totale
		Désignations des AS	Pop			
Naama	16,639	Harchaia	663	1,188	1,481	19,971
Mecheria	70,943	Bighadid	738	813	1,202	73,696
Ain-Sefra	51,568	Tirkount	396	4,938	782	57,684
Tiout	3,447	Houari Boumediene	548	1,773	1,053	6,820
Sfissifa	2,247	Fortassa, Oulakak	631	1,690	2,756	7,325
Moghrar	1,604	Ckalaat-Cheikh-Bouamama, Draa-Saa	1,538	610	761	4,512
Asla	5,169	Ain-Ouarka	385	1,660	3,081	10,295
Djenien-Bourezg	2,893	Hjirat-Languil	270	88	178	3,430
Ain-Ben-Khelil	5,948	-	0	5,416	1,675	13,039
Meckmen-Ben-Amar	5,851	-	0	226	2,966	9,044
Kasdir	797	Abdelmoula	1,676	5,241	21	7,735
Elbiodh	7,391	-	0	4,000	588	11,979
TOTAL	174,497	-	6,846	27,642	16,545	225,530

ACL : Agglomération Chef-Lieu

AS : Agglomération Secondaire

Source : DPAT.2011

Annexe 5 : Répartition de la population par strate au 31/12/2010

Communes	Urbaine	Rurale	Total	Tx d'urb. %
Naama	16,639	3,332	19,971	83.32
Mecheria	70,943	2,753	73,696	96.26
Ain-Sefra	51,568	6,116	57,684	89.40
Tiout	0	6,820	6,820	0.00
Sfissifa	0	7,325	7,325	0.00
Moghrar	0	4,512	4,512	0.00
Asla	0	10,295	10,295	0.00
Djenien-Bourezg	0	3,430	3,430	0.00
Ain-Ben-Khelil	0	13,039	13,039	0.00
MeckmenBenAmar	0	9,044	9,044	0.00
Kasdir	0	7,735	7,735	0.00
Elbiodh	0	11,979	11,979	0.00
TOTAL	139,150	86,380	225,530	61.70

Source : DPAT.2011

Annexe 6 : Répartition des naissances par commune -2010-

Communes	Naissances vivantes			Naissances par jugement			Tx brut de natalité%
	Masculin	Féminin	Total	Masculin	Féminin	Total	
Naâma	171	163	334	0	0	0	1.70
Mecheria	1563	1530	3093	1	2	3	4.29
Ain-Sefra	1027	976	2003	1	2	3	3.53
Tiout	21	24	45	0	0	0	0.66
Sfissifa	33	38	71	0	0	0	0.97
Moghrar	28	34	62	0	0	0	1.38
Asla	126	117	243	0	0	0	2.38
Djenien-Bourezg	23	30	53	0	1	1	1.58
Ain-Ben-Khelil	40	40	80	1	3	4	0.65
Meckmen-Ben-Amar	81	82	163	0	0	0	1.82
Kasdir	1	3	4	2	2	4	0.10
Elbiodh	9	3	12	1	1	2	0.12
WILAYA	3123	3040	6163	6	11	17	2.78

Source : DPAT.2011

Annexe 7 : Répartition des décès par commune -2010-

Commune	Masculin	Féminin	Total	Tx de mort. (p.1000)
Naama	18	21	39	1.99
Mecheria	216	163	379	5.25
Ain-Sefra	147	125	272	4.79
Tiout	9	2	11	1.62
Sfissifa	6	7	13	1.78
Moghrar	8	7	15	3.35
Asla	20	15	35	3.43
Djenien-Bourezg	8	2	10	2.93
Ain-Ben-Khelil	8	9	17	1.31
Meckmen-Ben-Amar	12	13	25	2.79
Kasdir	6	0	6	0.77
Elbiodh	12	7	19	1.58
WILAYA	470	371	841	3.78

Source : DPAT.2011

Annexe 8 : Accroissement naturel de la population par commune -2010-

Commune	Naissances	Décès	Accroissement absolu	Taux d'accr. Natur. (%)
Naama	334	39	295	1.50
Mecheria	3096	379	2717	3.76
Ain-Sefra	2006	272	1734	3.05
Tiout	45	11	34	0.50
Sfissifa	71	13	58	0.80
Moghrar	62	15	47	1.05
Asla	243	35	208	2.04
Djenien-Bourezg	54	10	44	1.29
Ain-Ben-Khelil	84	17	67	0.52
Mekmen-Ben-Amar	163	25	138	1.54
Kasdir	8	6	2	0.03
Elbiodh	14	19	-5	-0.04
TOTAL	6180	841	5339	2.40

Source : DPAT.2011

ANNEXE 09 : DIX COMMANDEMENTS POUR L'AMENAGEMENT DES RAVINES

1. Tant qu'on n'a pas **amélioré l'infiltration sur le bassin versant**, il ne faut pas tenter de reboucher la ravine (sinon elle trouvera un autre lit), mais prévoir un canal stable capable d'évacuer les débits de pointe de la crue décennale (au minimum).

2. L'aménagement mécanique et biologique d'une ravine peut être réalisé progressivement en 1 à 6 ans, mais il doit concerner tout le bassin dès la première année. La fixation biologique d'une ravine vient consolider les versants et le fond de ravine stabilisé par différents types de seuils; si on inverse l'ordre, les plantes sont emportées avec les terres lors des crues.

3. L'emplacement des seuils doit être choisi avec soin selon l'objectif visé. Si on cherche seulement à rehausser le fond de ravine pour que les versants atteignent la pente d'équilibre naturel, il faut choisir un verrou, une gorge étroite où de nombreux seuils légers pourront s'appuyer sur des versants solides.

Si on cherche à fixer le maximum de sédiments ou à récupérer des espaces cultivables, il faut choisir les zones à faible pente, les confluent de ravines secondaires, les versants évasés et construire de gros ouvrages-poids qui seront rehaussés progressivement.

4. L'écartement entre les seuils est fonction de la pente du terrain. Le déversoir aval doit être à la même altitude que la base du seuil amont, à la pente de compensation près (1 à 10 % selon la nature du fond de ravine) qui peut s'observer sur place (zone stable sans creusement ni sédimentation). Dans un premier temps on peut doubler cet écartement et construire les seuils intermédiaires dès que la première génération de seuil est comblée de sédiments: **stabiliser immédiatement les sédiments** piégés avec des plantes basses dans l'axe d'écoulement et des arbres sur les versants.

5. Pour éviter la pression hydrostatique des coulées, il vaut mieux drainer les seuils (grillage, chicanes ou pierres libres).

6. Les seuils doivent être ancrés dans le fond et les flancs de ravine (tranchée de fondation) pour éviter les renards et contournements. Au contact entre le sol limono-argileux et les pierres des seuils, il faut prévoir une couche filtrante de sable et de gravier pour éviter que les **sous-pressions** n'entraînent les particules fines et la formation de renards.

7. Le courant d'eau doit être **bien centré dans l'axe de la ravine** par les ailes du seuil, plus élevées que le déversoir central. Ce déversoir doit être renforcé par de grosses pierres plates + cimentées ou par des ferrailles pour résister à la force d'arrachement des sables, galets et roches qui dévalent à vive allure au fond des ravines.

8. L'énergie de chute de l'eau qui saute du déversoir doit être amortie par une bavette (enrochement, petit gabion, grillage + touffes d'herbes) ou par un contre-barrage (cuvette d'eau) pour éviter les renards sous le seuil ou le basculement du seuil.

9. Tenir le bétail à l'écart de l'aménagement: il aurait vite fait de détruire les seuils et de dégrader la végétation. En compensation, on peut permettre des prélèvements de fruits, de fourrages et plus tard de bois, en échange de l'entretien de l'aménagement.

10. L'aménagement mécanique n'est terminé que quand on a éteint les sources de sédiments, stabilisé les têtes de ravine et les versants. La végétalisation doit alors se faire naturellement si on a atteint la pente d'équilibre, mais on peut aider la nature en couvrant rapidement les sédiments (herbe) et en les fixant à l'aide d'arbres choisis pour leurs aptitudes écologiques et leur production. Il faut passer de la simple gestion des sédiments à la valorisation des aménagements.