

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ ABOU-BEKR BELKAID TLEMCEM
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DES SCIENCES DE LA VIE
ET DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE ET DES FORETS



MEMOIRE

EN VUE D'OBTENTION DU DIPLOME DE MAGISTÈRE EN AGRONOMIE
Option : Systèmes de Culture Intégrés et Gestion Conservatoire

Présenté par : M^{me} MEZIANI Wassila Née MAHI TANI

Thème

**AMENAGEMENT INTEGRES DES BASSINS VERSANTS ET DEVELOPPEMENT
DURABLE DANS LA REGION DE MAGHNIA CAS DU BARRAGE HAMMAM
BOUHRARA
TLEMCEM (ALGERIE).**

Soutenu le : .../07/2011 devant le jury composé de :

Président	: M ^r AMRANI S. M	Professeur	Univ. A.B.B. Tlemcen
Promoteur	: M ^r EL HAITOUM A.	Maître de conférences	Univ. A.B.B. Tlemcen
Examineur	: M ^r MARZOUK M.	Maître de conférences	Univ. A.B.B. Tlemcen
Invité	: M ^r GHEZLAOUI B.	Maître assistant	Univ. A.B.B. Tlemcen

Année universitaire : 2010/2011

Avant propos

Louange à Dieu, Seigneur tout puissant

Qui nous a comblé de sa miséricorde jusqu'à la réalisation de ce modeste travail.

Aussi originale que personnel que puisse être un mémoire, il demeure le fruit d'un environnement.

Celui-ci n'aurait pu être réalisé sans l'impulsion et l'appui, donnés par

Monsieur EL HAITOUM A., Maître de conférences

Au Département Agroforesterie Faculté des Sciences de la terre et de l'univers Université A.B. B. de Tlemcen

Je tiens ainsi à le remercier pour m'avoir accordé sa confiance en acceptant de m'encadrer, mais aussi de m'avoir accordé généreusement le privilège de sacrifier des moments importants de son temps et me faire profiter de sa solide expérience.

Ses informations, ses conseils, ses orientations et sa lecture pointilleuse, m'ont été fort précieux, afin d'aboutir à ce travail.

Je le suis donc doublement reconnaissante.

Mes remerciements les plus respectueux vont également à

Monsieur AMRANI S. M., Professeur

Au Département Agroforesterie Faculté des Sciences de la terre et de l'univers Université A.B. B. de Tlemcen

pour m'avoir fait le grand honneur d'accepter la présidence de ce jury.

Je tiens à exprimer ma gratitude à l'égard de :

Monsieur MARZOUK M. Maître de conférences

Monsieur GHEZLAOUI B. Maître-assistant

Du Département de Biologie Faculté des sciences Université A.B. B. de Tlemcen

D'avoir bien voulu accepter d'examiner ce travail.

Qu'ils trouvent ici l'expression de mon profond respect.

J'adresse un grand merci à M^{elle} LAKEHAL Sarah, Magistère en Agronomie pour ses conseils, leurs aides et leurs appuis.

Je garde également une vive reconnaissance envers Les personnels de la conservation des forêts de Tlemcen, de la circonscription des forêts de la commune de Maghnia, du parc, du DSA et des personnels de LTPO.

Je tiens à exprimer aussi toute ma reconnaissance et ma gratitude aux responsables de la bibliothèque de Génie civil et de Science.

A tous mes Enseignants de Magistère notamment ceux du Département d'Agroforesterie, Faculté des Sciences de la terre et de l'univers, Université de Tlemcen ainsi qu'à toute personne ayant contribué de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire.

MAHI TANI Wassila



RESUME

La présente étude a été menée dans le Sous Bassin Versant de la commune de Hammam Boughrara. Face à l'exploitation anarchique des ressources naturelles qui entraîne la détérioration de l'aire d'étude précitée, une étude a été faite qui a pour objectif principal: " saisir la complexité de la dégradation du bassin versant et faire des propositions pour son aménagement ". L'objectif de notre travail consiste en une réflexion relative à une approche d'aménagement intégré et durable dans cet espace qui tiennent compte à la fois de ses contraintes et de ses potentialités. La consultation des recherches réalisées antérieurement dans le SBV et la réalisation d'une enquête de terrain nous ont permis d'avoir une bonne compréhension de la situation.

En effet, la localisation des zones ravinées et la situation socioéconomique des habitants constitue une étape préliminaire à tout aménagement de lutte antiérosive appropriée. Celle-ci permet de mettre en évidence que le phénomène érosif dans cette zone résulte de la conjonction de plusieurs facteurs : agressivité des pluies, érodibilité des sols, raideur du relief, faiblesse du couvert végétal, pratiques agricoles inappropriées sur des versants abrupts. Ainsi, pour parvenir à un équilibre écologique plus ou moins acceptable, il faut entreprendre les travaux d'aménagement antiérosifs proposés par des mesures techniques (correction des ravines), biologiques (reboisement) et socioéconomiques. D'après les résultats du diagnostic, la couverture végétale est très faible, l'érosion des sols est forte, le barrage est envasée, L'étude montre l'urgence qu'il y a de freiner la dégradation, toute action visant à rétablir l'équilibre écologique.

ABSTRACT

This study was conducted in the sub- watershed of Hammam Bouhrara. Facing an uncontrolled exploitation of natural resources which leads to the deterioration of that area of study, a survey was made having as the main objective: "To grasp the complexity of the sloping basins and provide proposals for its fixture". The aim of our work is to have a reflection related to a parcel sustainable installation approach in that area taking into account both the difficulties and the potentialities. The consultation of previous research in the sub- watershed and a ground survey allowed us to have a better understanding of the situation.

Indeed, the localization of gullied areas and the socioeconomic status of the inhabitants is a preliminary step to any appropriate installation against erosion. This put in a prominent position the erosion results and the conjunction of several factors: the aggressiveness of rain fall, the erodibility of soils, the steepness of the slope, the weakness of the vegetative cover and inappropriate agricultural applications on steep (abrupt) slopes. Thus to achieve a more or less acceptable ecological balance, we have to undertake anti-erosive operations in the installation offered by technical (gullies correction) biological (reafforestation) and socioeconomical measures. According to the results of the diagnosis, the vegetation cover is very low, the soil erosion is very high, and the dam is silted. The study shows the urgent need to stop the degradation; any action to restore the ecological balance.

ACCRONYME

A : superficie.
ABV : Aménagement des Bassins Versant.
AEP : Alimentation en Eau Potable.
al : Collaborateur.
A.N.A.T : Agence Nationale d'Aménagement du Territoire.
Arb : arboriculture.
BV : Bassin Versant.
C.à.d. : C'est-à-dire.
Cap. Installée : ruche.
CES : Conservation des Eaux et des Sols.
DSA : Direction des Services Agricole.
cm : centimètre.
cm³ : centimètre cube.
°C : Degrés Celsius.
DA: dinars.
Dd : Densité de drainage.
DRS : Défense et Restauration des Sols.
éq/ovin : équivalent ovins.
EMIFOR : Entreprise de Mise en valeur du Fond Forestier.
ERP : Evaluation Rurale Participative.
Estim : estimation.
Estim. Tx: estimation taux.
ETM : sigle composé des trois lettres.
FAO : Food and Agriculture Organization, (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture).
GCES : Gestion Conservatoire des Eaux, de la biomasse et de la fertilité des Sols.
g/l : gramme par litre.
h : heure.
H.: Hammam.
ha/an : hectare par an.
HA et ha: hectare.
habts/Km² : habitant par kilomètre carré.
Hm³: hectomètre cube.
ICV : indice de cadre de vie.
IDED : indice de développement de la scolarisation.
IDER : indice de développement de l'économie rurale.
IDHS : indice de développement humain et social.
IDRD : indice de développement rural durable.
IDS : indice de développement de la santé.
I_g : Indice de pente globale.
INRF : Institut Nationale de la Recherche Forestière.
I_p : Indice de pente de roche.
Is : Indice de sécheresse.
Kc : L'indice de compacité de Gravelius.
km : kilomètre.
Km/ km² : kilomètre par kilomètre carré.
km² : kilomètre carré.
l : largeur.
L : longueur.
l/s : litre par seconde.
LTPO : laboratoire des travaux public ouest.
m : mètre.
M.B.V : Micro Bassin Versant.
mm : millimètre.

mm/an : millimètre par an.
m³ : mètre cube.
mm³/an : millimètre cube par an.
Moy : Moyenne.
N° : numéro.
ONG : Organisation Non Gouvernementale
ONS : Office National des Statistiques.
P : périmètre.
PAW : Plan d'Aménagement de la Wilaya.
P.E.R : Programme d'Emploi Rural.
pH : Potentiel Hydrogène.
Pop : population.
Rc : Rapport de confluence.
Rl : Rapport de longueur.
SAU : superficie agricole utile.
SBV : Sous Bassin Versant.
SIG : Système d'Information Géographique
T : tonne.
t/an/km² : tonne par an par kilomètre carré.
t/ha/an : tonne par hectare par an.
T°K : température en degré Kelvin.
TX: taux.
U et u : unité.
UF : unité fourragère.
UF/Ha : unité fourragère par hectare.
urban : urbanisation.
UTM : Transverse universelle de Mercator (Universal Transverse Mercator).
Vs: Vitesse de sédimentation.
X : Longitude.
Y : Latitude.
µm : micron.
% : Pourcent.
< : Inférieur.
> : Supérieur.
Ø : Diamètre.

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure N° 01 : Erosion (érosion et érodibilité), (BERTRAND, 1993).....	9
Figure N° 02 : moyens à mettre en œuvre contre l'érosion (DERANCOURT, 1995).....	9
Figure N° 03 : les différentes zones d'un BV et les types de dégâts (Source : PAPY & DOUYER, 1991 cité par YVIO, 2010).....	12
Figure N° 04 : Schéma du développement durable : une approche géonomique globale à la confluence de trois préoccupations, dites " les trois piliers du développement durable " selon (BRUNDTLAND, 1987).....	22
Figure N° 05 : Carte de situation de la commune de Hammam Boughrara (source A.N.A.T, 2000).....	29
Figure N° 06 : Réseau hydrographique de la Tafna. (Source BOUANNANI, 2006).....	31
Figure N° 07 : Image satellitaire du Capteur ETM+ ; Satellite Landsat 7 Projection : UTM ; DaWGS 84 zone 30 (Date d'acquisition de l'image : 11-03-2006).....	33
Figure N° 08 : Carte d'occupation du sol de la wilaya de Tlemcen (Source ANAT 2009)...	34
Figure N° 09 : Rectangle équivalent du micro- bassin versant d'étude.	35
Figure N° 10 : Courbes Hypsométriques et histogrammes de fréquences altimétriques du sous Versant Bassin.....	36
Figure N° 11 : Carte de la pente de la zone d'étude (Source INRF de Tlemcen).....	37
Figure N° 12 : Répartition annuelle de la pluviométrie dans la zone d'étude.....	38
Figure N° 13 : Variations mensuelles des températures maximales et minimales de la station d'étude.....	39
Figure N° 14 :Diagrammes Ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN (1953) de la zone d'étude.....	41
Figure N° 15 : Localisation de la zone d'étude dans le climagramme d'EMBERGER, (1953). 43	43
Figure N° 16 : Graphes représentant la granulométrie des quatre prises d'échantillons.....	62
Figure N° 17 : Formation des ravinements en V dans la zone d'étude (Novembre 2010).....	63
Figure N° 18 : Schéma représentatif d'un mode d'état de surface.....	64
Figure N° 19 : Lieu de la réalisation des états de surfaces dans un terrain colluvionnaires (Mars 2011).....	64
Figure N° 20 : Lieu de la réalisation des états de surfaces dans un terrain marneux (Mars 2011).....	65
Figure N° 21 : Formation de Renard suite à un mauvais dimensionnement de la largeur du seuil (Mars 2011).....	66
Figure N° 22 : Etat dégradé des seuils en pierre sèche.....	67
Figure N° 23 : L'entreposage aléatoire des pneus usagés.....	67
Figure N° 24 : cheptel qui mange la végétation introduite pour la protection de berge.....	68
Figure N° 25 : Etat de dégradation du couvert végétal dans plusieurs zones du SBV.....	69
Figure N° 26 : Plantation d'olivier sur le front du barrage (propriété privé,Mars 2011).....	70
Figure N° 27 : les Cyprès sur banquette (Mars 2011).....	70

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N° 01: Effet de la pente sur le ruissellement et l'érosion (ROOSE, 1994).....	13
Tableau N° 02 : Méthodes utilisées pour la réduction de l'envasement des retenues de barrages.....	26
Tableau N° 03 : Types d'érosion avec superficie.....	33
Tableau N° 04 : Végétation.....	34
Tableau N° 05: Répartition altimétrique du M.B.V. d'étude par rapport à sa surface.....	36
Tableau N° 06 : Caractéristiques géographiques de la station de référence.....	37
Tableau N° 07 : Précipitations moyennes mensuelles.....	38
Tableau N° 08 : Régime saisonnier des précipitations.....	39
Tableau N° 09 : Les données thermiques de la station de référence.....	39
Tableau N° 10 : Classification du climat selon l'indice de continentalité (DEBRACH, 1953).....	40
Tableau N° 11 : Indice de continentalité de la zone d'étude.....	40
Tableau N° 12 : Indice de sécheresse estivale de la station de référence.....	41
Tableau N° 13: L'étage de végétation de la zone d'étude.....	41
Tableau N° 14 : Ambiance bioclimatique de H. Boughrara.....	42
Tableau N° 15 : Répartition de la Population.....	44
Tableau N° 16 : Indice d'urbanisation.....	44
Tableau N° 17 : Population Rurale.....	45
Tableau N° 18 : Densité de Population.....	45
Tableau N° 19 : répartition de l'emploi.....	46
Tableau N° 20 : la population éparse.....	46
Tableau N° 21 : Indices de Développement.....	47
Tableau N° 22 : Répartition de la SAU en ha.....	48
Tableau N° 23 : Répartition de la SAU.....	48
Tableau N° 24 : Les productions végétales de notre zone d'étude.....	48
Tableau N° 25 : Disponibilité des terres.....	49
Tableau N° 26 : Ratios d'irrigation.....	49
Tableau N° 27 : Parcours et bilan fourrager.....	49
Tableau N° 28 : Elevage dans la commune.....	50
Tableau N° 29 : Couverture Forestière.....	50
Tableau N° 30 : Impacts environnementaux et risques majeurs.....	54
Tableau N° 31 : Classification des sols en fonction de CaCo3 (source laboratoire des travaux public ouest LTPO de Tlemcen).....	60
Tableau N° 32: Classification des sols en fonction de la matière organique (Source laboratoire des travaux public ouest LTPO de Tlemcen).....	60
Tableau N° 33 : Résultats analytiques des sols.....	61

SOMMAIRE

	Page
PROBLEMATIQUE.....	1
INTRODUCTION GENERALE	3
<u>CHAPITRE I : REVUE DE LITTERATURE</u>	
I - BASSIN VERSANT.....	6
1-1 CONCEPT ET DEFINITION.....	6
1-2 CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES D'UN BASSIN VERSANT.....	6
1-2-1 LES SOMMETS.....	6
1-2-2 LES FLANCS.....	6
1-2-3 LES RAVINES.....	6
1-2-4 LES ZONES DE DEPOSITION.....	7
1-2-4-1 Le piémont.....	7
1-2-4-2 La vallée.....	7
1-2-4-3 Les cônes de déjection.....	7
1-2-4-4 La plaine colluvio-alluviale.....	7
1-2-4-5 La plaine alluviale.....	7
1-3 LES TYPES DE PENTES D'UN BASIN VERSANT.....	7
1-3-1 PENTE OROGRAPHIQUE.....	7
1-3-2 PENTE TOPOGRAPHIQUE	8
1-3-3 PENTE HYDROGRAPHIQUE	8
1-3-4 PENTE STRATIGRAPHIQUE.....	8
1-4 DEGRADATION DES SOLS DANS UN BASSIN VERSANT.....	8
1-4-1 CAUSES FONDAMENTALES DE LA DEGRADATION DES SOLS DANS UN BASSIN VERSANT.....	8
1-4-1-1 l'érosion.....	8
1-4-1-2 Efforts de la lutte contre l'érosion.....	9
1-4-1-3 les moyens de lutte contre l'érosion des sols	9
1-4-1-3-1 Les techniques culturales.....	10
1-4-1-3-2 Augmenter la capacité d'infiltration et de stockage à la surface du sol.....	10
1-4-1-3-3 Consolider le sol.....	10
1-4-1-3-4 Amélioration de la structure du sol	11
1-4-1-3-5 Les aménagements hydrauliques.....	11
1-4-1-3-5-1 Méthode de travail pour une étude d'aménagement hydraulique.....	11
1-4-1-4 Conséquences de l'érosion des sols	12
1-4-1-4-1 Facteurs de l'érosion.....	12
1-4-1-4-1-1 Facteur topographique ou l'influence de la pente.....	13
1-4-1-4-1-2 Intensité des précipitations ou érosivité des pluies	13
1-4-1-4-1-3 Couvert végétal	13
1-4-1-4-1-4 Erodibilité des sols	13

1-4-1-4-1-5 Facteur d'aménagement.....	14
1-4-1-4-1-6 Facteurs anthropiques.....	14
1-4-1-5 L'EROSION DES SOLS EN ALGERIE.....	14
1-4-1-6 LES SOLUTIONS TENTÉES POUR LA MAÎTRISE DE L'EROSION EN ALGERIE.....	15
1-4-1-6-1 les enseignements des recherches et des expérimentations.....	15
1-4-1-6-2 la DRS et la rénovation rurale.....	15
1-4-1-6-3 une stratégie alternative testée : l'agriculture de montagne	16
1-4-1-6-4 la maîtrise de l'espace	16
1-4-1-6-4-1 La montagne "Réservoir hydraulique"	16
1-4-1-6-4-2 La montagne "espace de vie"	17
1-4-2 CONSEQUENCE DE LA DEGRADATION DES BASSINS VERSANTS.....	17
II- L'AMENAGEMENT DES BASSINS VERSANTS.....	17
2-1 PLAN D'AMENAGEMENT.....	18
2-1-1 OBJECTIFS D'UN PLAN D'AMENAGEMENT.....	18
2-2 DIFFERENTES APPROCHES EN AMENAGEMENT DE BASSIN VERSANT.....	19
2-2-1 LES APPROCHES D'INTERVENTION EN AMENAGEMENT DES BASSINS VERSANTS.....	19
2-2-1-1 Les logiques traditionnelles.....	19
2-2-1-1-1 La logique d'équipement du territoire.....	19
2-2-1-1-2 La logique de développement économique.....	19
2-2-1-2 Les nouvelles approches.....	19
2-2-1-2-1 Approche intégrée.....	19
2-2-1-2-2 Approche participative.....	20
2-2-1-2-3 Approche décentralisée.....	20
2-2-1-2-4 Approche itérative.....	20
2-2-1-2-5 Approche souple.....	20
2-3 SCIENCE ET CULTURES LOCALES DANS LA GESTION DES BASSINS VERSANTS	21
2-4 QUE SIGNIFIE VRAIMENT AMÉNAGEMENT "INTÉGRÉ" DES BASSINS VERSANTS?.....	21
III- LE DEVELOPPEMENT DURABLE.....	21
3-1 DEFINITION.....	21
3-2 LES TROIS PILIERS.....	22
3-3 HISTORIQUE DU CONCEPT.....	22
3-4 CARACTERISTIQUES.....	23
2-5 RAPPORT ENTRE LE DEVELOPPEMENT DURABLE ET LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT.....	23
IV- ENVASEMENT DES BARRAGES.....	24

4-1- REPERCUSSIONS SUR L'AGRICULTURE.....	24
4-2 METHODES UTILISEES DANS LE MAGHREB POUR REDUIRE L'ENVASEMENT DES BARRAGES.....	26
4-3 ENVASEMENT MOYEN ANNUEL DES RETENUES DE BARRAGES DANS LES PAYS DU MAGHREB.....	26
4-4 MOYENS DE LUTTE CONTRE L'ENVASEMENT UTILISEES EN ALGERIE.....	27
4-4-1 DESENVASER COUTE CHER.....	27
4-5 CONCLUSION.....	28

CHAPITRE II : ETUDE DE MILIEU

I- PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE.....	29
1-1 PRESENTATION DE LA COMMUNE DANS SON CONTEXTE SPATIAL	29
1-2 ANALYSE DES MILIEUX PHYSIQUES.....	30
1-2-1 DES UNITES TOPOGRAPHIQUES HETEROGENES.....	30
1-2-2 DES UNITES STRUCTURALES ET GEOLOGIQUES CONCORDANTES.....	30
1-2-3 UN RESEAU HYDRO GRAPHIQUE EN EAU IMPORTANT.....	30
1-2-3-1 Paramétrés du réseau hydrographique.....	31
1-2-3-2 Densité de drainage.....	31
1-2-3-3 Rapport de confluence.....	32
1-2-3-4 Rapport des longueurs.....	32
1-3 PRESENTATION DU MICRO- BASSIN VERSANT DU VILLAGE DU TAFNA	32
1-3-1 SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	32
1-3-2 DONNEES PHYSIQUES DU BASSIN VERSANT.....	33
1-3-2-1 Erosion.....	33
1-3-2-2 Occupation du sol.....	34
1-3-2-3 Consistance des travaux dans le traitement du bassin- versant.....	35
1-3-2-4 Objectif global du traitement du bassin- versant.....	35
1-3-3 CARACTERISTIQUE MORPHOMETRIQUES.....	35
1-3-3-1 Paramètre géométrique	35
1-3-3-2 Forme du bassin versant.....	35
1-3-3-3 Rectangle équivalent.....	35
1-4 PARAMETRE DU RELIEF.....	36
1-5 LES PENTES.....	36
1-5 LE CLIMAT.....	37
1-6-1 LES FACTEURS CLIMATIQUES.....	38
1-6-1-1 LES PRECIPITATIONS.....	38
1-6-1-1-1 Répartition mensuelle moyenne des précipitations.....	38
1-6-1-1-2 Répartition annuelle des précipitations.....	38
1-6-1-2 LE REGIME SAISONNIER	39
1-6-1-3 LES TEMPERATURES.....	39

1-6-1-4 SYNTHÈSE CLIMATIQUE.....	40
1-6-1-4-1 Indice de continentalité ou indice de DEBRACH (1953).....	40
1-6-1-4-2 Indice de sécheresse.....	40
1-6-1-4-3 Valeurs thermique et étage de végétation ou zonation altitudinale.....	41
1-6-1-4-4 Diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN (1953).....	41
1-6-1-4-5 Quotient pluviométrique et climagramme D'EMBERGER (1955).....	42
1-6-1-5 LES VENTS.....	43
1-6-1-6 RELATION CLIMAT- EROSION DANS LA REGION DU H. BOUGHRARA.....	43
1-7 CARACTERISATION SOCIO-ECONOMIQUE.....	44
1-7-1 REPARTITION SPATIALE DE LA POPULATION.....	44
1-7-2 POPULATION URBAINE / POPULATION RURALE.....	44
1-7-2-1 Population urbaine.....	44
1-7-2-2 La population rurale.....	44
1-7-3 STRUCTURE DE LA POPULATION PAR CATEGORIE D'AGE.....	45
1-7-4 DENSITES DE POPULATION (HABITS/KM²).....	45
1-7-5 POPULATION OCCUPEE.....	46
1-7-6 ARMATURE RURALE DU MASSIF.....	46
1-7-6-1 Appréciation de la population éparsée.....	46
1-7-6-2 Appréciation des indices de développement rural du MARA.....	46
1-7-7 OCCUPATION DU SOL.....	47
1-7-7-1 Consistance de la SAU.....	48
1-7-7-2 Principales productions végétales.....	48
1-7-7-3 Productions Végétales.....	48
1-7-7-4 La disponibilité des terres.....	49
1-7-8 L'IRRIGATION.....	49
1-7-8-1 Ratios d'irrigation.....	49
1-7-9 LES PARCOURS ET PACAGES.....	49
1-7-10 L'ELEVAGE.....	50
1-7-11 BIODIVERSITE.....	50
1-7-11-1 Le potentiel forestier.....	50
1-7-11-2 Productions Sylvicoles.....	51
1-7-11-3 Potentiel écologique.....	51

CHAPITRE III : ANALYSE DES AMENAGEMENT ANTIEROSIFS

I- INTRODUCTION.....	52
II- LA DEGRADATION DES SOLS DE LA COMMUNE.....	52
III- LA DEGRADATION DE LA BIODIVERSITE.....	53
IV- BILAN DES REALISATIONS 1994 AU 1998	54

4- 1 FICHE D'INSCRIPTION DES GRANDS TRAVAUX.....	54
4-2 OBJECTIF DU PROGRAMME	55
4-3 REPARTITION DES ACTIONS DANS LA COMMUNE DE H.BOUGHRARA (PROJET GRAND TRAVAUX) DU 1994 AU 1998.....	55
4-3-1 FIXATION DE BERGE.....	55
4-3-2 LE REBOISEMENT.....	55
4-3-3 LA PLANTATION RUSTIQUE.....	55
4-3-4 AMELIORATION FONCIERE (ROOTAGE).....	55
4-4 IMPACT DES ACTIONS SUR LES POPULATIONS RURALES.....	56
4-4-1 PLANTATION RUSTIQUE.....	56
4-4-2 BILAN DE L'EMPLOI INDUIT PAR LA COMMUNE.....	56
4-5 MISE EN ŒUVRE DU PROGRAMME GRANDS TRAVAUX.....	56
4-5-1 PROTECTION DES RESSOURCES NATURELLES.....	56
4-5-2 IMPACT MACRO-ECONOMIQUE.....	56
4-5-3 DEVELOPPEMENT DES INFRASTRUCTURES RURALES.....	56
4-5-4 EXTENSION DE LA SAU.....	56
4-6 TRAVAUX PROJET EMPLOI RURAL.....	56
4-6-1 INTRODUCTION.....	56
4-6-2 BILAN DES REALISATIONS RECAPITULATIVES P.E.R 1997/2005.....	57
4-6-3 COMPOSANTE FEMME RURALE.....	57
4-6-4 PROGRAMME PREVISIONNEL 2005/2009.....	57
4-6-4-1 Lutte antiérosive en terrains agricoles.....	57
4-6-4-2 Renforcement institutionnel.....	58
4-6-5 MISE EN ŒUVRE DU PROGRAMME PREVISIONNEL.....	58
4-6-5-1 Indicateurs d'évaluation.....	58
4-6-5-2 Renforcement institutionnel.....	58
4-6-5-3 Mise en œuvre du P.E.R.....	58
4-6-5-3-1 Impact macro-économique de PER.....	58
4-6-5-3-2 Envergure du P.E.R.....	58
V- L'EVALUATION DE L'EFFICACITE DES TRAVEAUX D'AMENAGEMENT DANS LA COMMUNE DE H. BOUGHRARA.....	59
5-1 DESCRIPTION PHYSIQUE DES PROFILS PEDOLOGIQUES.....	59
5-1-1 ANALYSE PHYSIQUE.....	59
5-1-1-1 ANALYSE GRANULOMETRIQUE	59
5-1-1-1-1 Principe de l'essai.....	59
5-1-1-1-2 Mode opératoire.....	59
5-1-2 L'ANALYSE CHIMIQUE.....	59
5-2-1-1 DOSAGE DU CALCAIRE TOTAL.....	59

5-2-1-1-1 Principe.....	60
5-2-1-1-2 Mode opératoire.....	60
5-2-1-2 DETERMINATION DE LA TENEUR PONDERALE EN MATIERE ORGANIQUE.....	60
5-2-1-2-1 Mode opératoire.....	60
5-2-1-3 LE PH.....	60
5-2-1-3-1 Mode opératoire.....	60
5-1-3 Résultats et interprétations.....	60
5-1-3-1 Résultats.....	60
5-1-3-2 Interprétations.....	61
5-1-3-3 Conclusion.....	61
5-2 LES ETATS DE SURFACE.....	63
VI- PRICIPAUX FACTEURS DE DEFAILLANCE DU PROJET D'AMENAGEMENT DANS LA ZONE D'ETUDE.....	65
6-1 FACTEURS ANTHROPIQUES.....	65
6-2 FACTEURS NATURELS.....	68
<u>CHAPITRE IV : PROPOSITION D'UN PROJET AMENAGEMENT</u>	
I- INTRODUCTION.....	71
II- CONTRAINTES LIES A LA MISE EN ŒUVRE DU PLAN D'AMENAGEMENT.....	71
III- LA MISE EN ŒUVRE DU PLAN D'AMENAGEMENT DANS LE SOUS BASSIN VERSANT DE H. BOUGHRARA.....	72
3-1 STRATEGIE ADAPTE.....	72
3-2 OBJECTIFS SPECIFIQUES.....	73
3-3 RECOMMANDATIONS.....	73
IV- ESQUISSE D'UN PLAN D'AMENAGEMENT POUR LE SBV DE H. BOUGHRARA.....	73
4-1 MESURES SOCIOECONOMIQUES.....	74
4-2 MESURES TECHNIQUES.....	75
4-2-1 Traitement du sous bassin versant.....	75
4-2-2 Amélioration des systèmes de production.....	76
4-2-3 Correction des ravines.....	76
4-2-3-1 techniques de traitement des ravines.....	77
4-2-3-1- 1 But du traitement des ravines.....	77
4-2-3-1 -2 Principe de correction des ravines.....	77
4-2-3-1-3 Types de seuils à utiliser.....	77
4-2-3-1-4 Traitement biologique.....	78
4-2-3-1-5 Traitement de la berge par des plantations d'arbres.....	79
4-2-4 Défense et Restauration des sols du sous bassin versant.....	79

4-2-5 Traitement des oueds de la commune.....	79
V- STRATEGIE D'APPLICATION DU PLAN.....	79
5-1 SUIVI ET CONTROLE.....	80
5-2 PORTEE DU PLAN D'AMENAGEMENT.....	80
5-3 LIMITATION DU PLAN D'AMENAGEMENT.....	80
VI- NATURE DES SEUILS PROPOSEES.....	80
6-1 SEUILS EN GABIONS.....	81
6-2 SEUILS EN MACONNERIE EN PIERRE CIMENTE.....	82
6-3 SEUILS EN PIERRE SECHE.....	84
6-3-1 Contrôle des travaux.....	85
6-3-2 Protection des ouvrages.....	85
6-3-3 Provenance des matériaux.....	85
6-4 QUALITE DES MATERIAUX, DIMENSIONS, ESSAIS.....	85
6-4-1 Matériaux pour béton.....	85
6-5 COMPOSITION ET DOSAGE DU MORTIER ET BETONS.....	86
6-5-1 Mortiers.....	86
6-5-2 Béton.....	86
6-5-3 Matériaux pour gabions.....	86
6-5-4 Réception des Matériaux.....	87
6-6 ESSAIS ET CONTROLES DE LABORATOIRE.....	87
6-7 ORGANISATION DE CHANTIER – CONTROLE DES TRAVAUX.....	87
CONCLUSION GENERALE.....	88
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	92



PROBLÉMATIQUE

PROBLEMATIQUE

La dégradation de l'environnement constitue un problème majeur pour l'humanité. Aucun territoire n'est épargné, mais les mécanismes participant à cette dégradation diffèrent d'un pays à un autre. Dans les pays développés, l'utilisation de certaines technologies et les excès du consumérisme laissent derrière eux des volumes de déchets difficilement recyclables. Quant aux pays sous développés, la forte croissance démographique provoque une surexploitation et un épuisement des terres conduisant chaque année à l'abandon de sept (07) millions d'hectares et à la disparition de dix (10) millions d'hectares de forêts (JOSEPH, 2003).

En Algérie, les conditions physiques des sols, ainsi que celles géomorphologiques, hydro-climatiques, et socio-économiques, sont toutes favorables à l'accélération du processus de l'érosion. Les écarts climatiques interannuels et intersaisons, la fréquence des précipitations maximales instantanées ainsi que l'existence d'autres facteurs précisés antérieurement accélérant l'érosion, font que 85 % de la surface totale des terres cultivables est soumise à une dégradation élevée intéressant 6 millions d'hectares (SAIDI, 1991).

En effet, le sous bassin versant de la commune de Hammam Bouhrara n'est pas épargné par la dégradation accélérée des ressources naturelles. En fait, le territoire de ce sous bassin versant se dégrade à un rythme croissant à cause de l'absence presque totale d'une couverture végétale. Une multitude de ravines ayant plusieurs mètres de profondeur ont été observées. Ainsi, toutes ces ravines, durant les saisons pluvieuses n'ont pour exutoire principal : le Barrage. Celles-ci, alors grossies par les torrents impétueux qui dévalent des versants dénudés, abandonnent leur lit naturel inondent les localités en aval. Ce qui occasionne très souvent des pertes considérables pour l'agriculture en aval.

D'une manière générale, la nécessité de protéger les mornes de Hammam Bouhrara est d'une extrême urgence. Compte tenu de l'état exagéré de la dégradation du sous bassin versant de la commune, la situation de l'heure réclame des mesures conservationnistes en vue de procéder à un aménagement approprié. C'est dans cette perspective que la présente étude se veut une contribution substantielle à l'identification des facteurs et des causes qui soient à la base de cette dégradation afin de proposer un plan d'aménagement approprié.

OBJECTIF GENERAL

Collecter des données indispensables sur le sous bassin versant de la commune en vue de proposer un plan d'aménagement approprié.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

- Ø Délimiter le sous bassin versant de la commune de Hammam Bouhrara ;
- Ø Collecter des données socioéconomiques au niveau du sous bassin versant ;
- Ø Faire une description du milieu biophysique et sa dégradation ;
- Ø Etablir une typologie des exploitations agricoles au niveau du bassin versant ;
- Ø Rechercher les causes de sa dégradation ;
- Ø Evaluer la sensibilité du bassin versant en termes de prédisposition à l'érosion ;
- Ø Faire des propositions concrètes visant son aménagement.

HYPOTHESES DE L'ETUDE

L'insuffisance d'étude abordée avant de débiter les travaux d'aménagement et la nature du sol est le principal facteur de dégradation du sous bassin versant du Hammam Boughrara.

Les pratiques agricoles aléatoires sur de très fortes pentes constituent l'un des facteurs de dégradation du sous bassin versant objet de notre étude

INTERET DE L'ETUDE

Cette étude est d'une importance capitale, car elle se veut une contribution substantielle en réunissant des données nécessaires pouvant :

- Servir de pistes d'orientation à tout organisme œuvrant dans la zone et, désireux d'entreprendre un programme de développement agricole et de protection des ressources naturelles.
- Servir d'outil technique aux autorités concernées par la prise de décisions dans la zone.

LIMITATIONS DE L'ETUDE

Cette étude ponctuelle ne saurait prendre en compte tous les aspects d'un aménagement intégré, car celui-ci fait appel à des compétences dans divers domaines.



INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction

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

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

Les particules du sol qui rejoignent les oueds et les barrages contribuent, d'une part à rehausser le lit des cours d'eau entraînant un risque plus élevé d'inondation et d'autre part, à augmenter la turbidité des eaux, ce qui affecte les infrastructures en aval telles que les stations de traitement d'eau potable ainsi que les centrales hydroélectriques.

Si les mesures des transports solides sur de grands bassins versants donnent une idée de la dégradation globale et montrent l'importance des caractéristiques de la lithologie (**DEMMAK, 1982**), elles ne permettent pas de déterminer les zones ou sous bassins d'intervention. Une cartographie hiérarchisée, typologique de l'érosion, de ses formes et de ses modalités est encore soit inexistante ou trop fragmentaire.

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

Le stade de croissance que connaît actuellement la nation Algérienne caractérisé par une volonté d'affermissement et d'intégration de l'ensemble des actions d'activités dans un même mouvement de développement social, économique et durable, juste et équilibré.

La résolution du problème Agro-sylvo-pastoral et rural est conditionnée par sauvegarde des ressources et des potentialités naturelles.

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

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

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

L'aménagement des bassins versants a évolué en plusieurs étapes. Dans un premier temps il a été rattaché à la sylviculture et à l'hydrologie forestière. La participation des populations n'était pas prise en compte. Il concernait seulement les services forestiers publics. Dans un deuxième temps, un lien a été établi avec la gestion des ressources en terres et les bénéfices économiques y afférant. Une plus grande attention a alors été portée aux bénéficiaires. Aujourd'hui, on parle d'un aménagement "**participatif et intégré**", fondé sur la participation et la contribution des populations locales.

Nul doute que le choix porté sur l'aménagement intégré et durable des zones de montagne et particulièrement la région de Hammam Boughrara, objet de l'étude en question n'est pas fortuit. La fragilité d'un tel milieu, l'ampleur du phénomène de déperdition des sols et des ressources naturelles, l'envasement des retenus, la détérioration des conditions socioéconomiques des populations sont autant d'éléments qui devraient constituer les préoccupations majeures pour la protection et la valorisation de cet espace (**BERRAYEH, 2006**).

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

L'appui à la relance économique dans le secteur forestier doit prendre en considération cet aspect.

Pour cela, les interventions supposent la mise en place des propriétés et une méthodologie d'action, cette dernière repose sur des actions qui seront concentrées sur des périmètres de bassin versant, zone d'interventions prioritaires et réalisées selon le concept d'aménagement intégré.

Dans ce cadre la circonscription des forêts de Maghnia a typologisé une grande catégorie de zone d'intervention, parmi eux :

*La continuité de la protection du périmètre de Bassin versant de Hammam Boughrara.

La réflexion engagée dans ce travail constitue une première approche méthodologique devant déboucher sur une stratégie d'utilisation rationnelle d'un espace. Aborder un thème aussi large et pluridisciplinaire, déterminant et promoteur pour le développement d'une zone exige une analyse assez détaillée des différents paramètres écologiques, agricoles, démographiques, physiques et socio-économiques. Il n'existe certes pas de recette miracle, mais les données récoltées ont montré la nécessité d'établir un diagnostic réel duquel découlera une véritable stratégie pour une nouvelle forme de développement intégré plus adapté aux potentialités et caractéristiques de la région.

Afin de pouvoir répondre aux préoccupations posées, et dans le cadre de l'aménagement intégré des bassins versants et développement durable dans la région de Maghnia cas du barrage Hammam Boughrara, il apparaît nécessaire de mettre en exergue les causes réelles et d'envisager des solutions pratiques en adéquation avec les conditions réelles du terrain.

Pour bien appréhender les objectifs à travers cette étude, nous avons adoptée les parties suivantes :

Une première partie contenant des revues de littérature englobant les caractéristiques d'un bassin versant (les causes de son dégradation dont le facteur fondamentale est l'érosion), l'aménagement des bassins versants (plan, objectifs, les différentes approches d'aménagement et gestion), le développement durable (définition, historique et leur rapport avec la protection de l'environnement) et l'envasement des barrages et leur répercussion sur l'agriculture.

La seconde partie est consacrée à une étude de milieu portant sur :

- Une analyse physique et biologique (sol, eau, végétation, etc.) ;
- Les conditions climatiques ;
- Une étude socio-économique et leurs actions sur le milieu

La troisième partie est usuelle pour l'analyse des aspects techniques, du comportement des ouvrages et les raisons de leur dégradation.

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

CHAPITRE I

REVUE DE LITTÉRATURE



I - BASSIN VERSANT

1-1 CONCEPT ET DEFINITION

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

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

1-2 CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES D'UN BASSIN VERSANT

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

1-2-1 LES SOMMETS

Occupant les portions supérieures du bassin versant, ils consistent en des surfaces planes ou légèrement convexes, le plus souvent allongées, parfois étroites, situées de part et d'autres de la ligne de partage des eaux. De faible pente, 0-1%, elles ne sont pas sujettes à l'érosion (GIL, 1996 cité par JOSEPH, 2003).

1-2-2 LES FLANCS

Les flancs font suite aux sommets. Ils sont caractérisés par des pentes moyennes à fortes et par des ruissellements intenses pouvant provoquer l'érosion de la surface du sol si celle-ci n'est pas bien aménagée. Le flanc de morne proprement dit est caractérisé par une pente le plus souvent rectiligne. A ce niveau, le ruissellement est très intense et l'érosion se fait très souvent par éboulement. Ces portions de terrain réclament grandement l'implantation des structures de mise en défens (GIL, 1996 cité par JOSEPH, 2003).

1-2-3 LES RAVINES

On considère comme ravines, toute rigole ayant une profondeur minimale de 20 cm et servant fréquemment d'exutoire naturel aux eaux de ruissellement évacuées par les versants (SOGETHA, 1974 cité par ALCE, 1999).

Les grosses ravines sont celles qui sont, longues de quelques km, profondes de plusieurs mètres (>4.50) d'après l'échelle américaine) généralement encombrées d'alluvions grossières, peu colonisées par la végétation et dont la correction nécessite des structures mécaniques (LIN et KOOHAFKAN, 1987 cité par ALCE, 1999).

Les petites et moyennes ravines sont, au contraire, celles qui sont longues de quelques centaines de mètres, profondes de moins de 4.50 m généralement encombrées d'alluvions fines, colonisées par la végétation ligneuse sur certains tronçons et dont la correction peut être effectuée avec du matériel biologique (LIN et KOOHAFKAN, 1987 cité par ALCE, 1999).

1-2-4 LES ZONES DE DEPOSITION

Partie d'un terrain ayant des pentes très faibles sur lesquelles les eaux des crues perdent leur vitesse et une partie de leur capacité de charriage. Elles comprennent les terrains où les matériaux arrachés des sommets et des flancs viennent se déposer. Elles sont représentées par : le piémont, la vallée, les cônes de déjection, la plaine colluvio-alluviale et la plaine alluviale (GIL, 1996 cité par JOSEPH, 2003).

1-2-4-1 Le piémont

Caractérisé par une pente uniforme moyenne à faible et assez souvent constitué par des matériaux grossiers, il est formé au contact des flancs de montagne avec la plaine (ULYSSE, 2008).

1-2-4-2 La vallée

Plaine allongée, bornée par des montagnes (ULYSSE, 2008).

1-2-4-3 Les cônes de déjection

C'est le lieu où la ravine débouche dans la vallée principale et où elle finit son cours. Ayant la forme d'éventail et une pente d'environ 5% en général, ils contiennent des matériaux grossiers qui sont brusquement déposés à cause de la variation forte de la pente.

1-2-4-4 La plaine colluvio-alluviale

Lieu d'accumulation du mélange de matériaux grossiers et fins, la pente y est toujours très faible. Elle est formée principalement de matériaux arrachés des versants et déposés en terrasse qui, suivant une coupe pédologique, est caractérisée par une alternance de matériaux grossiers et fins. Des dépôts limono argileux et argileux se retrouvent dans les parties basses précisément le long de la rivière.

1-2-4-5 La plaine alluviale

Elle est appelée encore lit majeur d'un cours d'eau. C'est une surface topographique, à faible dénivelée, en fond de vallée. La plaine alluviale appartient à la zone inondable du cours d'eau. Elle diffère de la plaine colluvio-alluviale par la prédominance de matériaux fins, la pente y est toujours faible.

1-3 LES TYPES DE PENTES D'UN BASIN VERSANT

On peut distinguer 4 types de pentes:

1-3-1 PENTE OROGRAPHIQUE

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

1-3-2 PENTE TOPOGRAPHIQUE

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

1-3-3 PENTE HYDROGRAPHIQUE

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

1-3-4 PENTE STRATIGRAPHIQUE

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

1-4 DEGRADATION DES SOLS DANS UN BASSIN VERSANT

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

1-4-1 CAUSES FONDAMENTALES DE LA DEGRADATION DES SOLS DANS UN BASSIN VERSANT

Par ordre d'importance, elles sont :

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

1-4-1-1 l'érosion

L'érosion du sol est une forme de dégradation au même titre que le compactage, la réduction des taux en matière organique, la détérioration de la structure du sol, le drainage souterrain insuffisant et l'acidification du sol. Toutes ces formes de dégradation, sérieuses en elles-mêmes, accélèrent l'érosion du sol.

L'érosion est un processus naturel sur toutes les terres. Les agents de l'érosion sont l'eau et le vent, chacun provoquant une perte importante de sol chaque année. L'érosion peut être un processus lent et insoupçonné, ou encore prendre des proportions alarmantes, entraînant une perte énorme de sol arable. Le lessivage de la terre arable peut résulter en une réduction du potentiel de production, en une réduction de la qualité de l'eau de surface et en l'encrassement des réseaux de drainage. Cette érosion peut être accélérée par certains facteurs (MAMADY, 2005). Dans notre cas précis, les observations et les visites ont permis de constater qu'elle a été accentuée par l'aridité du climat d'une part et d'autre part par la destruction du couvert végétal.

Les différents facteurs de l'érosion hydrique sont :

- ◆ Le climat et l'hydrologie
- ◆ La morphologie du site
- ◆ Le sol
- ◆ La végétation
- ◆ L'homme.

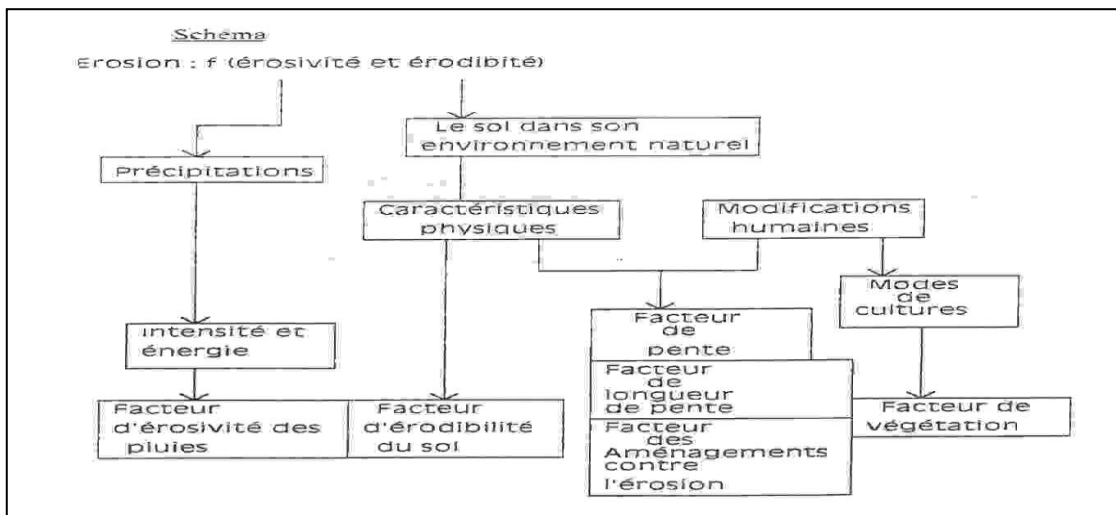


Figure N° 01: Erosion (érosion et érodibilité), (BERTRAND, 1993).

1-4-1-2 Efforts de la lutte contre l'érosion

Dès l'aube des années 1940, les tentatives pour contrer le phénomène d'érosion se sont succédées et se sont étendues à l'échelle nationale. En dehors des projets spécifiques de contrôle de l'érosion presque tous les projets régionaux contiennent un volet de lutte antiérosive. A cette croisade nationale, parallèlement aux interventions de l'Etat, différentes institutions de tendances et d'origine diverses se sont penchées sur le problème. Il en est résulté toute une série d'action dans la gestion conservatoire des eaux, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). Selon (MURRAY, 1978 cité par JEAN PIERRE, 1984).

1-4-1-3 les moyens de lutte contre l'érosion des sols

Pour être efficaces, les moyens de lutte doivent se situer dans deux zones bien distinctes :

- ♣ une zone émettrice de ruissellement,
- ♣ une zone sensible accumulant les précipitations.

Ces deux zones correspondent donc à deux limites différentes auxquelles doivent s'adapter des mesures différentes.

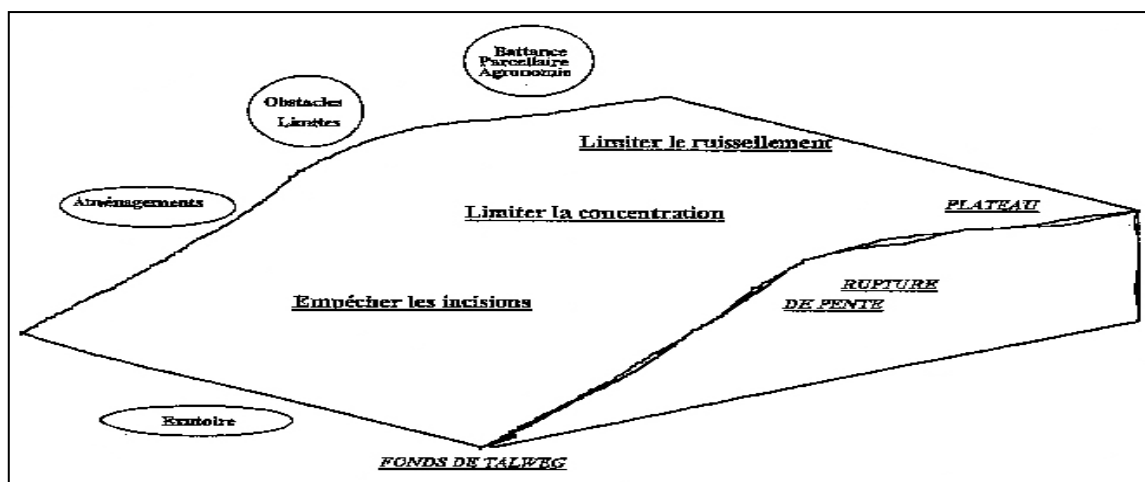


Figure N° 02 : moyens à mettre en œuvre contre l'érosion (DERANCOURT, 1995).

Deux aspects sont donc à prendre en compte :

♣ L'aspect agronomique (préventif) qui englobe les techniques culturales:

- ◆ Couverture du sol ;
- ◆ Structure du sol.

♣ L'aspect hydraulique (curatif) : aménagements divers...

Il convient d'agir en priorité sur le premier (techniques culturales) car on considérera que dans la région à dominante agricole, il est à l'origine même de l'érosion, le second aspect n'intervenant que pour limiter les conséquences engendrées par le travail du sol. En fait toute modification de la structure du sol entraîne une variation de sa stabilité dans le temps et de son comportement vis à vis des précipitations (LUDWIG, 1992).

1-4-1-3-1 Les techniques culturales

L'effet des pratiques culturales n'est pas facile à calculer. Néanmoins, tous les experts s'accordent à dire qu'il est possible de réduire d'au moins 1 mm les volumes de ruissellement sur les terres labourées, ceci rapporté à la surface du bassin versant peut être considérables.

♣ Non déchaumage pendant l'interculture qui est principalement recommandé dans les zones de concentration ou tout ameublissement du sol est à proscrire et dans les zones de fortes pentes et de ruptures de pentes.

♣ Non labour, en effet il permet de garder un sol compact et peu sensible à l'arrachement dans la zone de ruissellement concentré (située en général en fond de vallée).

♣ Cultures intermédiaires, diminue l'impact des gouttes de pluies, le couvert végétal constitue un excellent piège à nitrate.

1-4-1-3-2 Augmenter la capacité d'infiltration et de stockage à la surface du sol

♣ Travail du sol

♣ Le déchaumage intervient surtout pour les grandes parcelles à sol compact susceptibles de concentrer l'eau. L'application du déchaumage et du non-déchaumage dépend beaucoup du type de sol, de la culture implantée et des conditions météorologiques.

♣ Le sous solage (ou décompactage) pour éclater la semelle de labour et/ou les zones de tassement pour créer une zone de fissuration et d'infiltration de l'eau, et ainsi retarder l'apparition du ruissellement.

1-4-1-3-3 Consolider le sol

♣ L'apport de matières organiques favorisent l'agrégation des particules entre elles et améliorent la stabilité structurale en agissant sur la mouillabilité (favorisent l'infiltration de l'eau), et en limitant la battance et la prise en masse des couches labourées.

♣ Alternier les cultures sur un bassin versant : assolement judicieux et en commun. Les parcelles d'un même versant étant bien souvent cultivées par des exploitants différents, il est intéressant qu'une concertation se mette en place pour le choix des assolements.

♣ Découpage du parcellaire, la réduction des surfaces cultivées avec l'implantation de haies conduit à une diminution des zones de concentration en eau et permet d'obtenir un bassin versant circulaire où le ruissellement est plus facilement contrôlé.

♣ Planter un couvert, c'est aussi améliorer la structure du sol, limiter le ruissellement des produits phytosanitaires, économiser l'azote pour la culture suivante.

1-4-1-3-4 Amélioration de la structure du sol

Renforcer la résistance du sol à l'entraînement par l'eau et le vent en améliorant la stabilité de sa structure par des amendements humifères et des amendements calcaires qui stabilisent les complexes argilo-humiques.

Augmenter la perméabilité du sol, donc diminuer le ruissellement, par un travail approprié du sol:

- ♣ Créer des fissures dans les sols tassés ;
- ♣ Incorporer de la matière organique ;
- ♣ Stabiliser les complexes argilo-humiques (amendements) ;
- ♣ Assurer une rotation des cultures qui ont des systèmes racinaires et des résidus organiques différents.

Il faut éviter néanmoins:

- ♣ Un travail excessif du sol qui provoque un émiettement trop fin et favorise la battance dans les sols limoneux ;
- ♣ Le tassement du sol par le passage répété des engins agricoles (SOLTNER, 1992) .

1-4-1-3-5 Les aménagements hydrauliques

Ils sont placés le plus en amont possible des phénomènes d'érosion et de ruissellement pour permettre de canaliser et stocker l'eau excédentaire, c'est leur succession le long de la pente qui sera le gage de leur efficacité.

1-4-1-3-5-1 Méthode de travail pour une étude d'aménagement hydraulique

L'approche pour estimer les volumes de ruissellement et les débits repose sur une connaissance précise du terrain et une adaptation la plus étroite possible des risques à chaque bassin versant.

Les aménagements généralement proposés sont prévus pour lutter contre les phénomènes chroniques.

- ♣ Limiter les volumes de ruissellement par :
 - ◆ La bande enherbée qui permet de lutter à la fois contre l'érosion et contre les pollutions des cours d'eau par les produits phytosanitaires d'origines agricoles et le ruissellement des matières en suspension.
 - ◆ Dissociation zones émettrices amonts et zones de pente, pour éviter la concentration de l'eau en fonds de talweg, des bandes enherbées et des fossés de rétention sont installés sur toute la longueur correspondant à la zone de collecte du ruissellement.
- ♣ Limiter la concentration du ruissellement et créer des zones de dépôts :
 - ◆ Les plis ou modelés.
 - ◆ Les barrages en balles de paille.
 - ◆ Les diguettes avec fossés de stockage. - les mares tampons.
 - ◆ Les talus et bandes boisées.
 - ◆ Les haies.
 - ◆ Les banquettes d'absorption-diffusion.
 - ◆ Les bandes enherbées qui empêchent l'arrachement du sol sur les passages en eau.

En jouant le rôle de barrière et en déviant les écoulements, les haies peuvent protéger une partie des surfaces du bassin versant. Elles peuvent favoriser l'infiltration des nitrates avec d'autres produits phytosanitaires et donc leur piégeage, mais cela dépend beaucoup des pratiques culturales (GAUVIN, 2000).

1-4-1-4 Conséquences de l'érosion des sols

L'érosion hydrique entraîne des conséquences tant en amont qu'en aval des bassins versants. Elle peut se traduire, en amont, par des pertes en terre ainsi que des pertes en matière organique et en éléments nutritifs notamment l'azote et le phosphore (DAUTREBANDE, 2006 cité par YVIO, 2010).

A côté des dégâts bien visibles concernant les terres cultivées, il existe des dégâts en aval beaucoup plus insidieux, provoqués par l'augmentation du ruissellement et l'entraînement des particules du sol. Ce sont, entre autres, les coulées de boues, inondations, sapements de chaussées, colmatages des réseaux d'assainissement et des ouvrages de retenue des eaux pluviales, envasements des cours d'eau (BEAUCHAMP, 2006 cité par YVIO, 2010). Des accumulations sédimentaires massives peuvent en résulter à l'aval, perturbant les écosystèmes fluviaux, lacustres, estuariens ou côtiers, et modifiant la dynamique du carbone particulaire et dissous (CHAMBLEY, 2002 cité par YVIO, 2010).

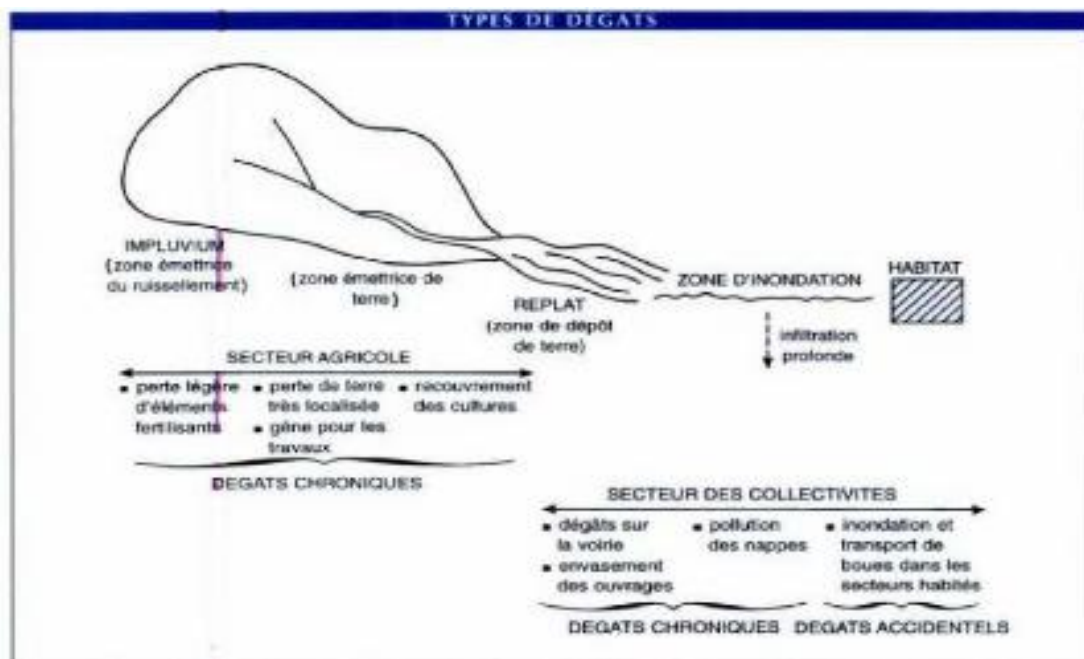


Figure N° 03 : les différentes zones d'un BV et les types de dégâts (Source : PAPPY & DOUYER, 1991 cité par YVIO, 2010).

En effet, l'érosion du sol porte atteinte non seulement au développement économique, mais encore aux changements climatiques par ce que le processus de l'érosion du sol dégage " dans l'air des ions de carbone" alors que le dioxyde de carbone est la première cause du réchauffement global de la planète (XINHUA, 2002 cité par YVIO, 2010).

1-4-1-4-1 Facteurs de l'érosion

L'érosion hydrique résulte de l'interaction du climat (pluie, températures, ...), les propriétés du sol (matière organique, stabilité structurale, capacité d'infiltration,...), le relief (longueur et gradient de pente), les pratiques culturales (travail du sol) et le couvert végétal. La modification spatiale et temporelle de cette interaction peut induire une amplification de l'érosion (YVIO, 2010).

1-4-1-4-1-1 Facteur topographique ou l'influence de la pente

Les paramètres topographiques sont fondamentaux pour expliquer l'importance des phénomènes érosifs. La déclivité, la forme de la pente et la longueur de la plus grande pente ont un rôle important. (BATTI & DEPRAETERE, 2007 cité par YVIO, 2010) admettent que l'érosion moyenne par unité de surface croît avec la longueur de la pente et l'expliquent par le fait que les pentes les plus longues permettent une plus forte accumulation du ruissellement, ce qui accroît l'énergie globale de celui-ci et ses possibilités de détachement et de transport.

FAO (1994), de son côté, souligne l'influence de l'importance de la pente sur l'érosion en mettant en exergue l'existence de l'érosion et de ruissellement intense sur des pentes douces. Son analyse vise à indiquer qu'il n'est pas besoin de forte pente pour déclencher ce phénomène.

Tableau N° 01: Effet de la pente sur le ruissellement et l'érosion

Pente %	Erosion moyenne et t/ha/an	Ruissellement moyen annuel %
1,25	5,0	1,50
8,6	22	2,00
1 2,0	30	7

(Source : ROOSE, 1994)

1-4-1-4-1-2 Intensité des précipitations ou érosivité des pluies

La pluie est évidemment l'agent essentiel de l'érosion hydrique. L'érosivité de la pluie se définit comme étant son aptitude à provoquer l'érosion. L'érosivité dépend surtout de l'intensité de pluie ou de l'énergie cinétique qui en résulte directement (STENGEL & GELIN, 1998 cité par YVIO, 2010). Cette énergie découle du diamètre des gouttes et de leur vitesse de chute.

L'efficacité de la pluie vis à vis des processus d'érosion est liée aux rôles qu'elle a dans le détachement des particules des sols et surtout dans la formation du ruissellement (MACARY & BERVILLE, 2003 cité par YVIO, 2010).

1-4-1-4-1-3 Couvert végétal

Le risque d'érosion augmente lorsque le sol n'a qu'un faible couvert végétal ou de résidus. Les résidus et la végétation protègent le sol de l'impact des gouttes de pluie et de l'éclaboussement. Ils tendent à ralentir la vitesse de l'eau de ruissellement et permettent une meilleure infiltration.

L'efficacité du couvert végétal et de résidus à réduire l'érosion dépend du type, de l'étendue et de la densité du couvert végétal. La végétation et les résidus combinés, couvrant complètement le sol, interceptent la pluie et sont le moyen le plus efficace pour réduire les pertes de sol. Les résidus partiellement incorporés et leurs racines ont aussi leur importance, parce qu'ils facilitent l'infiltration. (ARNOLD et al., 1989 cité par YVIO, 2010).

1-4-1-4-1-4 Erodibilité des sols

L'érodibilité représente la sensibilité d'un sol à l'arrachement et au transport des particules qui le composent. Elle est caractérisée par la résistance au splash (battance) et la résistance au cisaillement (lié au ruissellement). Plusieurs paramètres sont aussi considérés dans l'analyse de la sensibilité d'un sol à l'érosion. Ces paramètres sont la capacité d'infiltration, la stabilité structurale, la texture, la teneur en matière organique.

Elle n'est pas homogène dans l'espace et elle évolue dans le temps : elle augmente au cours de la saison des pluies et varie en fonction des caractéristiques des sols, de l'âge du défrichement et des techniques culturales.

1-4-1-4-1-5 Facteur d'aménagement

Le labour a certaines influences sur le risque d'érosion du sol. Ceci comprend la profondeur, la direction et la période de labour, le type d'équipement utilisé et le nombre de passages. En effet, on considère que le travail du sol limite l'érosion s'il dérange le moins possible la végétation ou les résidus de surface. (BARTHES et al., 1998) estiment que le ruissellement et les pertes en sols sont plus importants en parcelles labourées, plus faibles en semis direct et intermédiaires en travail superficiel.

En outre, (ROOSE & GEORGES, 2004 cité par YVIO, 2010) considèrent que le billonnage cloisonné en courbes de niveau améliore le stock d'eau du sol et réduit ainsi l'impact érosif des eaux de surface. De plus, FAO (1994) a souligné que les techniques biologiques (couverture maximum du sol, usage d'engrais, paillage, plantes de couverture, rotations, etc.) sont plus efficaces par rapport aux techniques mécaniques qui sont non seulement très coûteuses mais aussi très difficiles à entretenir. Donc, les types d'aménagement visent la stabilisation des cours d'eau et une atténuation des excès de précipitation.

1-4-1-4-1-6 Facteurs anthropiques

L'érosion est devenue essentiellement une conséquence directe de l'activité humaine qui représente maintenant le principal facteur de la dégradation des sols. L'homme peut être à l'origine du déclenchement et de l'accélération de l'érosion par ses actions de défrichement des forêts, incendies et surpâturages et pratiques culturales. De plus, les aménagements routiers et urbains, en augmentant les surfaces imperméables, exacerbent les inondations, favorisent le ruissellement et donc constituent un facteur d'entraînement du sol (YVIO, 2010).

1-4-1-5 L'EROSION DES SOLS EN ALGERIE

La situation particulièrement dégradée de l'espace montagnard n'est pas récente. Elle est l'héritage d'une histoire mouvementée qui a poussé à l'extensivité de l'agriculture dans des régions surpeuplées. L'espace cultivé, à l'échelle du pays, est passé en l'espace d'un siècle de 2 à plus de 7 millions d'hectares. Les écosystèmes forestiers et steppiques ont été bouleversés ; les surfaces forestières sont passées dans le même temps de 7 à 2,5 millions d'hectares. Si le phénomène pouvait être amorcé ici ou là, c'est surtout entre 1880 et 1920 que le grand mouvement de défrichement atteint son apogée (COTE, 1983). Ce mouvement qui a continué jusqu'à nos jours a fragilisé à la fois les sols de versants et ceux des hauts plateaux.

La sensibilité de ces milieux est favorisée dans des zones fragiles qui sont principalement des pâturages excessivement exploités, des zones forestières dénudées, des terres en jachère, des bassins versants comportant des ravines et des rigoles et des terres marginales cultivées en céréales. En conséquence, environ 6 millions d'hectares sont exposés à une érosion active ; la dégradation spécifique dans les bassins versants atteint 2000 tonnes/km²/an. Ce sont donc, en moyenne, 120 millions de tonnes de sédiments qui sont emportés annuellement par les eaux. Les conséquences directes d'un tel phénomène, sont d'une part la diminution de la fertilité des sols et la perte de surface cultivable et d'autre part l'envasement des barrages. La diminution annuelle de la capacité de stockage est actuellement évaluée à 20 millions de m³. On estime qu'en 2010, les barrages aujourd'hui en exploitation totalisant une capacité d'environ 3900 milliards de m³ verront leur capacité diminuer de 24 % (BENBLIDIA, 1993).

1-4-1-6 LES SOLUTIONS TENTÉES POUR LA MAÎTRISE DE L'ÉROSION EN ALGERIE

1-4-1-6-1 les enseignements des recherches et des expérimentations

L'érosion, intéresse la dégradation des qualités agronomiques des sols (dégradation de la structure, amincissement, augmentation de la pierrosité, baisse de fertilité), des parcelles et des terroirs cultivés ou utilisés par les communautés d'agro-pasteurs. Sa vigueur dépend des caractéristiques du sol, de la rugosité de surface, du mode de travail du sol, de la pente et de la fréquence et de l'intensité des averses. La production de sédiment varie de 1 t/ha/an à 20 t/ha/an sur des versants de 12 à 40 % de pente et recevant entre 450 et 600 de pluie annuelle (**ROOSE, 1991; ARABI, 1991**).

L'ablation de terre sur les interfluves se révèle être particulièrement faible, au vu de trois années de mesure sur parcelles expérimentales dans la zone des marnes d'un bassin versant (**KOURI, 1993, GOMER, 1996**). Elle a varié de 0,14 à 2 t/ha/an sur sol nu, les valeurs supérieures ou égales à 2 t/ha/an étant exceptionnelles. Ces quantités représentent une contribution de 1 % à 4,8 % de la charge solide transitant à l'exutoire de micro-bassins expérimentaux (**KOURI, 1993**).

Si l'aspect quantitatif de production de sédiments au niveau des incisions linéaires est ici primordial dans une vision hydraulique visant à réduire le comblement des barrages, il demeure insuffisant car les phénomènes de relais, de conditions de transferts des sédiments doivent être déterminées. Quelles quantités arrivent au barrage et d'où proviennent-elles? Ce sont les réponses précises à ces questions qui manquent dans les études en vue de programmes de lutte antiérosive. Ce sont elles qui permettent de choisir les types d'intervention (**G.T.Z Projet Mina 1996, HEUSCH, 1982 ; DEMMAK, 1982**).

Les axes de drainages faisant partie du domaine public, c'est à la puissance publique que revient la prise en charge de la correction torrentielle, la stabilisation des ravins (protection des berges et la mise en place de seuils pour rehausser le fond des ravines).

1-4-1-6-2 la DRS et la rénovation rurale

Le problème de l'érosion a été pris en charge depuis 1945 avec la création d'un service chargé de remettre en état les sols et de construire des ouvrages antiérosifs dans des périmètres déclarés "d'utilité publique" pour la protection des infrastructures (barrages et ports), des agglomérations et des plaines agricoles. A l'époque, ce sont près de huit (08) millions d'hectares qui devaient être traités. La stratégie adoptée consistait à combiner la réalisation de banquettes destinées à dériver les eaux de ruissellement vers des exutoires et des techniques culturales au niveau des parcelles. Dans les faits, la priorité a été donnée aux aménagements à l'échelle des versants. Une telle décision était motivée par le fait que ces réseaux étaient considérés comme un moyen direct de réduction du ruissellement. Les techniques au niveau des parcelles devaient suivre par un effet de conditionnement des agriculteurs (**TAABNI & KOUTI, 1993**).

Malgré les investissements lourds consentis, l'érosion a poursuivi son œuvre de destruction des sols. Les raisons de l'inefficacité de cette stratégie sont liées d'une part à l'indifférence des agriculteurs, car non associés à ces programmes, et d'autre part à l'introduction et la généralisation d'une technique d'aménagement sans aucune expérimentation préalable (**AUBERT, 1986**).

Le constat d'échec de la DRS a été à l'origine d'un programme de rénovation rurale lancé en 1960. Ce programme se fixait comme objectifs de traiter treize (13) millions d'hectares en quinze (15) ans ; les actions proposées étaient plus diversifiées et concernaient à la fois l'agriculture, l'élevage et les forêts dans des périmètres bien circonscrits (les zones d'organisation rurale). Le programme dans son ensemble n'a connu qu'une phase expérimentale dont la première opération a été le défoncement des sols pour en accroître la profondeur utile. Au delà des considérations techniques tout à fait discutables, la critique principale formulée à l'égard de ce programme est sa nature autoritaire (COTE, 1983).

1-4-1-6-3 une stratégie alternative testée : l'agriculture de montagne

Les actions de DRS et de rénovation rurale ont été progressivement abandonnées compte tenu de leur inadaptation au contexte physique et socio-économique. Il faut dire que les opérations réalisées ont rarement donné les résultats attendus par leurs promoteurs et ont d'ailleurs fait naître un certain scepticisme. A partir des années 1980, une nouvelle démarche a été mise en place. La stratégie proposée a été le fruit d'une réflexion associant les décideurs, les chercheurs et les praticiens ; cette réflexion a pris en compte :

- ♣ les analyses de cas sur des réalisations en essayant de dégager les éléments positifs et négatifs de la démarche appliquée ;
- ♣ l'analyse et la prise en considération des résultats des pratiques antiérosives traditionnelles ;
- ♣ les premiers résultats de la recherche dans ce domaine. Concrètement, la nouvelle approche s'est traduite par l'abandon des programmes coercitifs tels que les réseaux de banquettes et leur substitution par des actions à caractère agronomique prenant en compte la conservation des sols et des eaux, notamment par l'aide au développement de l'arboriculture et de la viticulture, les améliorations foncières, la création de réserves fourragères et la réalisation de retenues collinaires. Sur cette base, une stratégie ciblée sur l'intégration de la lutte antiérosive dans une démarche de développement de l'agriculture de montagne a été progressivement engagée.

En complément à ces actions orientées vers les populations, de grands travaux de reboisement et de correction torrentielle visant à assurer la protection des ouvrages hydrauliques ont été réalisés par l'administration. Dans le même temps des actions à moyen terme de nature à améliorer à la fois l'efficacité des techniques mais aussi la démarche globale ont été mises en œuvre.

1-4-1-6-4 la maîtrise de l'espace

La prise en charge de l'érosion est indissociable de l'aménagement de la montagne. Pensé longtemps en termes d'aménagements techniques, le problème de l'érosion est posé aujourd'hui en termes beaucoup plus larges de développement global d'une partie du territoire. La montagne doit être perçue à la fois comme "réservoir hydraulique" mais aussi comme "espace de vie". Cette approche s'impose car les conséquences de la dégradation des sols sont désastreuses non seulement pour la montagne elle-même mais également pour le territoire dans sa globalité.

1-4-1-6-4-1 La montagne "Réservoir hydraulique" :

L'eau est un facteur limitant dans beaucoup de régions en Algérie. De ce fait, la construction de barrages est une nécessité pour l'approvisionnement en eau potable des populations et pour la satisfaction des besoins de l'agriculture et de l'industrie. Mais par la construction de barrages, on provoque une concentration dans l'utilisation de la ressource en eau et en conséquence une concentration des pôles de développement. Cela engendre bien

souvent des conflits d'usage entre les utilisateurs en aval des ouvrages. Mais vis-à-vis du problème de l'érosion, la réalisation des ouvrages a tendance à provoquer le renforcement de la marginalisation des populations situées en amont de l'ouvrage et cela peut conduire à une accélération de la dégradation du milieu (HONERMA, 1992).

Du fait du grand nombre de barrages construits, en cours de réalisation ou projetés, c'est quasiment tout l'atlas tellien qui sert de bassin versant et donc de château d'eau pour le nord du pays. C'est la raison pour laquelle, les problèmes posés prennent une dimension régionale, d'autant qu'il y a un grand nombre de barrages construits nécessitant la prise en charge du problème de l'envasement et que les sites disponibles pour la construction de ces ouvrages sont limités. Le rôle stratégique des barrages dans l'économie nationale justifie pleinement que soit accordée la priorité à l'aménagement des bassins versants alimentant les barrages, en établissant une hiérarchie sur la base du rythme annuel d'envasement. Comme il est clairement établi que les sédiments proviennent pour l'essentiel des zones en ravinement et non des zones cultivées ou des parcours (ROOSE et al., 1993 & KOURI, 1993), il est nécessaire et urgent de développer des travaux de correction torrentielle et de stabilisation des berges. De tels programmes ont été engagés depuis longtemps avec un niveau d'efficacité fort appréciable parmi lesquels on peut citer les bassins versants de la Tafna (Tlemcen).

1-4-1-6-4-2 La montagne "espace de vie"

Les orientations d'un tel développement restent à consacrer dans le cadre d'une politique d'aménagement du territoire qui visera non seulement à promouvoir une agriculture de montagne moderne intégrant le souci de conservation des sols et des eaux mais aussi à diversifier les activités économiques de nature à créer des revenus complémentaires pour les populations qui y vivent.

1-4-2 CONSEQUENCE DE LA DEGRADATION DES BASSINS VERSANTS

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

II- L'AMENAGEMENT DES BASSINS VERSANTS

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

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

🏠 La maîtrise du ruissellement

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

♣ La réduction des transports solides

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

D'après (**SHENG 1993** cité par **JOSEPH 2003**), l'ABV consiste à formuler et à adopter une ligne de conduite impliquant la meilleure utilisation possible des ressources du milieu, notamment des terres et des eaux, afin de fournir des biens et des services durables. On doit tenir compte des facteurs sociaux, économiques et institutionnels à l'intérieur et à l'extérieur de ces périmètres.

D'après (**LUFTI BOSTANOGLU** cité par **BONHOMME, 1994**) l'ABV « c'est l'exécution coordonnée d'un ensemble d'activités pluridisciplinaires et connexes qui visent la mise en place d'infrastructures conservacionnistes et socioéconomiques en vue de fournir aux habitants d'une entité spatiale drainée par un même exutoire naturel (rivière, ravine ...) les moyens d'utiliser rationnellement les ressources naturelles du milieu pour la satisfaction de leurs besoins principaux tout en les protégeant pour le bien être des générations actuelles et futures. » Selon cette définition, tout aménagement intégral de BV doit alors se baser sur les principes suivants :

♣ Une vision globale des problèmes qui implique de considérer comme unité d'intervention de base des groupes de parcelles individuelles et collectives (association, groupement ...) définis en fonction de critères techniques et sociologiques locaux.

♣ Un encadrement important des populations locales afin de les intéresser à une participation active et durable, à la planification, aux aménagements et à leur entretien et nécessairement aux négociations entre tous les partenaires concernés (producteurs, organisations locales représentatives, ONG, secteur privé, service de l'Etat, etc.)

♣ Des techniciens de conservation de sols et des eaux qui partagent les logiques paysannes de rentabilité globale à court terme, basées sur l'amélioration des techniques culturales traditionnelles et intégrées dans les systèmes de culture (**FAMV/FSA, 1998** cité par **PIERRE 2002**).

2-1 PLAN D'AMENAGEMENT

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

2-1-1 OBJECTIFS D'UN PLAN D'AMENAGEMENT

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

♣ amélioration du niveau et des conditions de vie de la population,

♣ arrêt de l'érosion et de la dégradation des sols par des mesures systématiques de conservation de sol et des eaux,

♣ satisfaction des besoins économiques et garantie de la sécurité de la population d'un bassin versant ou d'un pays donné,

♣ protection des infrastructures en aval et des investissements publics,

♣ établissement d'un équilibre écologique entre l'homme et son milieu,

♣ production soutenue avec des rendements accrus grâce à une meilleure gestion des systèmes de production.

2-2 DIFFERENTES APPROCHES EN AMENAGEMENT DE BASSIN VERSANT

2-2-1 LES APPROCHES D'INTERVENTION EN AMENAGEMENT DES BASSINS VERSANTS

L'aménagement de bassins versants (ABV) s'est basé sur deux grandes logiques traditionnelles, lesquelles sont remplacées par de nouvelles approches.

2-2-1-1 Les logiques traditionnelles

2-2-1-1-1 La logique d'équipement du territoire

Tous les projets d'ABV, de conservation des eaux et de sols (CES), qui se sont exécutés en sont basés sur cette logique (REGIS & ROY, 1999). Suivant cette dernière, les problèmes sont considérés sur un angle purement technique. Les tentatives pour combattre la dégradation des terres ont visé surtout à prévenir ou à réduire les pertes en sol. L'érosion était considérée comme un phénomène physique à combattre surtout par des moyens physiques (FAO, 1990). Les stratégies de mise en œuvre sont:

- ♣ Motiver les paysans habitant les BV sur les conséquences négatives des actions de déboisement des mornes;
- ♣ Donner des formations aux paysans et encadreurs juste pour réaliser des travaux de protection purement techniques;
- ♣ Former des groupes de paysans, de façon individuelle pour travailler sur leurs terres, celles d'autres propriétaires ou celle de l'Etat.

2-2-1-1-2 La logique de développement économique

Elle prend en compte aussi la situation sociale du monde rural tout en pratiquant la conservation des eaux et des sols. Dans ce sens, cette approche considère la CES comme étant l'un des facteurs du développement rural (REGIS & ROY, 1999).

Les stratégies employées sont tout à fait différentes:

- ♣ Les aménagements sont pensés à la parcelle tout en visant l'ensemble du BV;
- ♣ Le choix des zones se fait par les paysans avec les conseils techniques d'un encadreur;
- ♣ Les paysans identifient les contraintes, les hiérarchisent et priorisent les solutions.

2-2-1-2 Les nouvelles approches

Suite aux échecs qu'ont connus les logiques d'intervention en aménagement des bassins versants, de nouvelles approches ont été adoptées. Ces approches ont assuré une large participation de la population rurale aux programmes d'aménagement et de conservation des sols.

2-2-1-2-1 Approche intégrée

Développée vers les années 90, l'aménagement intégré des bassins versants est un bon moyen d'harmoniser la conservation, la production agricole, l'élevage et la foresterie en altitude (HERNANDEZ, 1991). Elle opte pour une responsabilité locale, à travers un consensus devant aboutir à l'élaboration d'un plan de gestion durable des ressources naturelles, (Nations Unies, 1998 citées par SAINT-PREUX, 2000).

Dans cette approche la planification des processus est considérée comme la première étape pouvant aboutir aux objectifs fixés. Elle insiste sur la nécessité, particulièrement au niveau local, d'impliquer et de faire participer les intéressés aux décisions sur l'utilisation et la gestion des terres. Ce ne doit pas être une procédure haut-bas, mais un mécanisme d'aide à la décision destiné à guider les utilisations des terres ou les décideurs dans le processus (F.A.O, 2001).

2-2-1-2-2 Approche participative

La démarche participative et sa mise en œuvre ont débuté avec la communauté rurale, elle prend les décisions concernant le choix, la conduite et la gestion des activités (FAO, 1999). La participation populaire est essentielle au succès de l'aménagement des BV, et l'initiative revient aujourd'hui de plus en plus aux populations, et les administrations étant reléguées à un rôle consultatif et d'appui (MICHAELSEN, 1991)

L'approche participative est utilisée dans le but de réduire les impacts défavorables des pratiques d'utilisation des terres sur les ressources, en faisant participer la population à sa planification et sa mise en œuvre. Elles apportent des bienfaits économiques, comme l'amélioration des revenus des agriculteurs et la sécurité des moyens d'existence, ainsi que des bienfaits sociaux, comme la création d'association ou de comités locaux et la diminution de l'exode rural. Les projets participatifs de la planification et de la gestion des BV sont réalisés au niveau communautaire et ne portent que sur des superficies très exigües. Les succès et les résultats sont beaucoup plus satisfaisants (MICHAELSEN, 1991).

Toutefois, les approches participatives soulèvent certains problèmes pour les communautés en amont et en aval:

♣ L'échelle réduite de l'approche tend à ne faire bénéficier des avantages que les agriculteurs participants;

♣ Sur le plan social, le bassin hydrologique n'est pas toujours l'unité de planification la plus indiquée pour la population locale. Pour que l'approche participative soit performante, la zone objet de la planification devrait pouvoir être ajustée, ce qui risque de compromettre l'établissement de relation amont aval (GREENLAND, 1996) ;

♣ L'extension de l'approche participative à de grands BV est une démarche très complexe car elle exige la coopération d'organismes publics et la constitution d'association de BV (GREENLAND, 1996).

2-2-1-2-3 Approche décentralisée

Les bassins versants des pays en développement comptent une forte population d'agriculteurs. En conséquence, tout plan d'aménagement ne peut réussir qu'avec leur appui ou leur participation effective. Pour que les plans d'aménagement des bassins versants soient utiles et réalisables, il est indispensable qu'ils soient bien compris et acceptés à la base (SHENG, 1993 cité par JOSEPH, 2003).

2-2-1-2-4 Approche itérative

La planification est un processus itératif. Beaucoup d'enquêtes, d'évaluations, d'études des diverses possibilités et de révisions sont nécessaires avant la préparation du plan définitif (SHENG, 1993 cité par JOSEPH, 2003).

2-2-1-2-5 Approche souple

Le plan d'aménagement d'un bassin versant doit être considéré comme un point de départ et il doit être soumis à un contrôle et un ajustement constants. L'aménagement du bassin versant est une tâche complexe qui soulève des problèmes d'ordre social, économique,

culturel, légal, institutionnel et matériel. Les difficultés surgissent parfois pendant la mise œuvre, les stratégies et les objectifs initiaux doivent souvent être remaniés. En conséquence, il est essentiel d'apprendre tout en agissant, ce qui oblige à élaborer un plan souple (SHENG, 1993 cité par JOSEPH, 2003).

2-3 SCIENCE ET CULTURES LOCALES DANS LA GESTION DES BASSINS VERSANTS

Les processus d'aménagement conjoint des bassins versants doivent être fondés sur la mise en commun de connaissances. Dans le cadre d'un aménagement conventionnel, la planification s'appuyait en grande partie sur les sciences naturelles "dures" et sur des études sociales. Dans les années 90, les méthodes d'évaluation rurale participative (ERP) ont été adoptées dans le double propos de comprendre les points de vue des populations locales et de les faire participer à la définition des objectifs. Cela n'a pas toujours conduit à un échange effectif de l'information sur les ressources naturelles entre les experts techniques et les acteurs locaux. En raison d'une expertise insuffisante dans le domaine des recherches socioculturelles, de nombreuses évaluations participatives ont été conduites de manière rapide et superficielle. Leur principal résultat a été d'établir une liste de besoins perçus, à inclure dans les plans de gestion des bassins (FAO, 1977).

2-4 QUE SIGNIFIE VRAIMENT AMÉNAGEMENT "INTÉGRÉ" DES BASSINS VERSANTS?

Lors de l'élaboration de plans (d'aménagement des bassins versants), il faut tenir compte tant des caractéristiques de la terre et des ressources hydriques que des facteurs socioéconomiques qui se répercutent sur le développement des êtres humains dans la région en général, et sur l'utilisation des terres en particulier. Il faut également prévoir un appui opérationnel permanent. Si l'utilisation des ressources foncières et hydriques mondiales n'est pas régie par un contrôle social adéquat, leur surexploitation peut aboutir, à long terme, à un sous-développement régional ou national. Il est en outre indispensable d'avoir conscience de l'ensemble du système des ressources en terres et en eaux, tant en amont qu'en aval, et des avantages interdépendants qui peuvent être obtenus grâce à une application judicieuse de la technologie moderne. L'aménagement intégré des bassins versants vers la fin des années 80 a été un précurseur du développement rural durable, tel que prôné lors du Sommet de Rio en 1992. Les deux approches adoptent une perspective systémique des interactions biophysiques et sociales, s'intéressent aux conséquences des changements introduits sur le site et hors du site, et partagent la conviction qu'une gestion sociale appropriée peut optimiser le fonctionnement des écosystèmes humains. Toutes deux ont pour objectif de produire des avantages pour la population comme pour l'environnement dans laquelle elle vit (FAO, 1983).

III- LE DEVELOPPEMENT DURABLE

3-1 DEFINITION

La Commission mondiale sur l'environnement et le développement a défini ce concept comme un processus de changement par lequel l'exploitation des ressources, l'orientation des investissements, des changements techniques et institutionnels se trouvent en harmonie et renforcent le potentiel actuel et futur de satisfaction des besoins des hommes (BURGENMEIR, 2005).

Le développement durable permet la rencontre de trois champs distincts, l'économique, le social et l'écologique, devant conduire à un développement :

- ♣ Économiquement viable pouvant assurer la satisfaction des besoins d'une génération ;
- ♣ Socialement équitable devant permettre la solidarité entre les sociétés ;
- ♣ Écologiquement reproductible afin de garantir la solidarité entre générations (DEMOUTIEZ & MACQUART, 2009).



Figure N° 04 : Schéma du développement durable : une approche géonomique globale à la confluence de trois préoccupations, dites “ les trois piliers du développement durable ” selon (BRUNDTLAND, 1987).

3-2 LES TROIS PILIERS

L'objectif du développement durable est de définir des schémas viables qui concilient les trois aspects économique, social, et écologique des activités humaines : “ trois piliers ” à prendre en compte par les collectivités comme par les entreprises et les individus. La finalité du développement durable est de trouver un équilibre cohérent et viable à long terme entre ces trois enjeux. À ces trois piliers s'ajoute un enjeu transversal, indispensable à la définition et à la mise en œuvre de politiques et d'actions relatives au développement durable : la gouvernance (BOURDILLON, 1996). La gouvernance consiste en la participation de tous les acteurs (citoyens, entreprises, associations, élus...) au processus de décision ; elle est de ce fait une forme de démocratie participative. Le développement durable n'est pas un état statique d'harmonie, mais un processus de transformation dans lequel l'exploitation des ressources naturelles, le choix des investissements, l'orientation des changements techniques et institutionnels sont rendus cohérents avec l'avenir comme avec les besoins du présent (HARTWICK, 1977).

La problématique du développement durable contient trois (03) revendications générales :

- ♣ Intégrer la considération du long terme dans les décisions, par exemple la question de l'effet de serre dans l'organisation des transports ;
- ♣ Coupler la question écologique et la question sociale, par la prise en compte notamment des inégalités écologiques ;
- ♣ Agir en amont de l'apparition des problèmes, en se dégageant des logiques sectorielles pour redéfinir un développement multidimensionnel (WACHTER, 2000).

3-3 HISTORIQUE DU CONCEPT

Ce concept découle de plusieurs rapports internationaux, et il est issu d'un processus de négociations s'étant déroulé en plusieurs étapes.

Vers la fin des années 50 jusqu'au début des années 70, les premiers avertissements concernant la pollution ont cédé la place à une prise de conscience que la croissance économique exponentielle ne peut durer indéfiniment.

En 1972, la Conférence des Nations Unies sur l'environnement réuni à Stockholm réfléchit sur le lien entre le développement et l'environnement et insista sur l'importance que la protection de l'environnement avait pour le développement économique du Tiers monde. Elle s'interrogea également sur les perturbations de l'équilibre écologique de la biosphère dues à la pollution ;

En 1975, une publication des instances des Nations Unies appelée Rapport Hammarskjöld insista sur l'éventualité d'un risque planétaire qui consiste à dépasser une certaine limite.

En 1982, un autre rapport de la Commission indépendante sur les problèmes de développement international intitulé « *Nord-sud : un programme de service* » rappelle le risque planétaire qui ne peut être endigué que par une stratégie qui reconnaît explicitement le lien direct entre les questions de développement et celles qui sont liées à la protection de l'environnement à l'échelle mondiale.

L'idée d'éco-développement qui trouve son origine dans les délibérations de la Conférence de Tokyo de l'UNESCO en 1970, a également influencé le concept de développement durable. Cette idée ayant émergé dans la discussion sur le rôle des sciences sociales et leur rapport dans l'analyse du lien entre la société et l'environnement (**BRUNDTLAND, 1987**).

3-4 CARACTERISTIQUES

Le développement durable présente les caractéristiques suivantes :

- ♣ une approche mondiale dépassant le clivage nord-sud et insistant sur le fait que la dégradation de l'environnement a une dimension planétaire.

- ♣ une gestion écologique avec comme objectif la transmission intergénérationnelles du capital naturel.

- ♣ une prise de conscience des inégalités sociales et d'une éthique nouvelle. En effet, le seul choix libre, et non contraint par la pollution, la famine et l'ignorance est pertinent pour le fonctionnement des marchés et seule la réduction des inégalités des revenus et des fortunes permet de légitimer le développement durable à grande échelle (**BRUNDTLAND, 1987**).

2-5 RAPPORT ENTRE LE DEVELOPPEMENT DURABLE ET LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Le développement durable envisage l'intégration, à chaque prise de décision, à chaque acte, d'une échelle de valeurs qui place l'homme et son environnement vital en priorité, au lieu des simples intérêts économiques et financiers.

Le développement durable préconise de ne plus opposer environnement et développement mais bien de les conjuguer (**BINET, 2008**).

Dans les pays en voie de développement, l'application des principes du développement durable s'avère difficile sinon impossible. Alors que les organisations non gouvernementales dénoncent des ravages occasionnés à l'environnement, les gouvernants de ces pays mettent en avant la nécessité de pourvoir aux besoins essentiels des populations comme l'alimentation ou le logement.

Notons également que la notion de durabilité contenue dans le concept élaboré par la Commission Brundtland fait débat. En effet, deux approches s'affrontent, la durabilité forte et la durabilité faible. Selon les partisans de la durabilité forte, le capital naturel devant être légué aux générations futures ne doit pas être amputé pour la satisfaction des générations présentes. Les défenseurs de la seconde tendance adoptent une vision plus flexible de la notion. Pour eux, le capital naturel hérité de la génération précédente ne devait pas forcément être légué en intégralité à la génération suivante dès lors que cette dernière disposerait des moyens et des savoirs lui permettant de pallier à cette diminution du capital naturel. L'antagonisme entre les deux courants se trouve également dans leur rapport à la technologie. Si les premiers sont les plus circonspects sur les capacités technologiques des hommes à remédier aux atteintes à l'environnement notamment en matière de diminution de la

biodiversité, les seconds considèrent que les avancés technologiques permettront dans le futur de trouver des solutions aux défis climatiques par exemple en proposant des alternatives à l'épuisement des ressources en énergies fossiles comme le gaz ou le pétrole (KANGAMUTIMA, 2009).

IV- ENVASEMENT DES BARRAGES

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

Le phénomène de l'envasement des barrages, de par la situation géographique du pays (zone semi-aride), constitue un enjeu d'envergure nationale.

En effet, le phénomène de l'envasement touche les pays du Maghreb, mais plus particulièrement l'Algérie et s'est accéléré à partir des années 2000 (particulièrement à partir de 2003). Les retombées sont directes et graves et sur l'économie nationale et sur le développement de la société tout entière.

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

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

4-1- REPERCUSSIONS SUR L'AGRICULTURE

L'envasement des barrages est la conséquence directe de l'érosion entamée déjà plus en amont sur les bassins versants suite au dépérissement du couvert végétal. En Europe, le taux d'érosion se situe dans une fourchette de 30 à 50 tonnes de sol arrachées annuellement par kilomètre carré (30 à 50 t/an/km²) alors que dans les pays du Maghreb ce taux atteint une moyenne de 2000 t/an/km². De plus en plus, nos bassins versants s'appauvrissent en matière organique, donc de terre arable. A ce rythme d'ablation des sols, l'agriculture subira de plein fouet les revers de ce phénomène. La sécurité alimentaire, on comprend bien, sera bien évidemment menacée.

Des millions de tonnes de terre partent ainsi chaque année rejoindre la mer via les cours d'eau et une importante quantité va se déposer au fond de nos barrages. Dans un récent article soumis à la revue internationale Hydro-Power, le professeur REMINI, chercheur à l'université de Blida, s'étale longuement sur la problématique de l'envasement

des barrages algériens. Par ailleurs, et selon le même chercheur, le suivi de la dynamique d'envasement pour les trois décennies a confirmé la tendance à l'accélération de ce phénomène.

Les années 80 ont connu des taux d'envasement avoisinant les 20 millions de tonnes annuels alors que les années 90 ont atteint déjà les 35 millions de tonnes annuels, les années 2000 vont crescendo et grimpent à la valeur de 45 millions de tonnes annuels. Tous les spécialistes s'accordent à dire que les années à venir seront très dures pour les zones arides et semi-arides.

Les comportements de tout un chacun doivent changer. On n'a plus le droit de gérer au jour le jour des écosystèmes fragiles qui demandent de la minutie et des stratégies globales ainsi que des infrastructures de grande envergure, telles que les barrages qui constituent des ouvrages d'art au sens propre du terme.

L'amortissement de ces grandes œuvres s'étale sur une longue période et dans les conditions de réalisation, d'exploitation et de protection des zones limitrophes adéquates. Paradoxalement, en Algérie la durée de vie d'un barrage est calculée en fonction du taux d'envasement. Quant aux paramètres liés à la fiabilité de l'infrastructure elle-même, ils ne constituent qu'un échelon de considération tout à fait secondaire.

Depuis l'indépendance, sept barrages ont été déclassés (abandonnés), dont deux ont fait l'objet de reconstruction suite à la disponibilité de leur site. Les années 2000 marquent une réelle prise de conscience de l'ampleur et des enjeux liés à la problématique de l'envasement. Les enjeux sont clairs. L'eau est la condition limite de toute vie sur terre.

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

Autant d'actions, qui, à long terme, permettront de réaliser des plus-values par simple fait de prolongation de la durée de vie de ces ouvrages, ô combien coûteux en matière d'investissement.

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

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

4-2 METHODES UTILISEES DANS LE MAGHREB POUR REDUIRE L'ENVASEMENT DES BARRAGES

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

Tableau N° 02 : Méthodes utilisées pour la réduction de l'envasement des retenues de barrages (source SAIDI, 1991).

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

4-3 ENVASEMENT MOYEN ANNUEL DES RETENUES DE BARRAGES DANS LES PAYS DU MAGHREB

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

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

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

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

4-4 MOYENS DE LUTTE CONTRE L'ENVASEMENT UTILISEES EN ALGERIE

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

a) le reboisement, la restauration des sols la formation des banquettes. La plantation de végétation à longues tiges dans les oueds. Il est à noter que les tamaris qui ont poussé à l'amont des quelques barrages en Algérie constituent de véritables pièges à sédiments.

Dans le cadre de la protection des bassins, un programme spécial a été lancé par les services des forêts. Il s'agirait de traiter une superficie de 1,5 millions d'hectares d'ici l'an 2010. Soit un rythme de réalisation de 67000 ha/an. Les coûts sont évalués à environ 16 milliards de DA.

b) Réalisation de barrage de décantation Il existe un cas en Algérie, c'est le cas du barrage de Boughezoul qui est exploité partiellement comme bassin de décantation du barrage de Ghrib. Ce barrage a permis de retenir depuis sa création environ $35 \times 10^6 \text{ m}^3$ de vase. Il réduit l'envasement de Ghrib de près de 24 %.

c) Surélévation des barrages: Cette technique a été réalisée sur cinq barrages. La surélévation des barrages permet d'augmenter la capacité de la retenue et donc de compenser la valeur envasée.

d) Chasses dites à l'Espagnole : Méthode utilisée pendant les premières crues pour les barrages de moindre importance, Cette méthode est efficace quand elle est possible. Elle consiste à vider complètement le barrage au début de l'automne et à le laisser vide, toutes vannes ouvertes, jusqu'aux premières pluies. La première crue enlève sans difficulté les vases de l'année non encore consolidées.

e) Soutirage des courants de densité : Le soutirage des courants de densité a donné des résultats spectaculaires en Algérie.

f) Dragage des barrages : A travers l'expérience algérienne, le dragage s'est avéré une solution sûre mise à part les difficultés de mise en dépôt et le coût. L'Algérie a acquis en 1989 un matériel complexe de dragage à savoir une drague suceuse refouleuse.

Cette drague, d'un poids total de 300 t est conçue pour refouler à une hauteur de 28 m dans une conduite de 700 mm avec un débit maximum de mixture (vase -I- eau) de 1600 Vs et pour draguer à une profondeur de 3 à 16 m (REMINE, 2000).

4-4-1 DESENVASER COUTE CHER

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

Le dévasement s'accompagne toujours d'une perte d'eau inévitable. Jusqu'à nos jours, les meilleurs rendements font état de 1 m³ d'eau perdu pour le même volume de boue extraite. La technique consiste tout simplement en un aménagement adéquat. Une succession de bassins de décantation sont creusés plus en amont du barrage à dévaser. Les boues extraites sont déposées dans ces bassins, et après décantation, les eaux sont acheminées gravitairement vers leur lieu d'origine.

Entre 2004 et 2006 au total et pour une première phase, 4 millions de m³ de boue ont été dévasées. Pour rappel, certains exploitants de barrages utilisaient la méthode de l'évacuation périodique des eaux (la chasse). Les spécialistes déconseillent le recours à ce procédé dans les pays arides et semi-arides suite au temps important de remplissage de l'ouvrage.

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

Les courants de densité sont ainsi très concentrés en sédiments, d'où la maîtrise de ce phénomène qui permet, le moment opportun, d'ouvrir les vannes de fond et de dégager ainsi le maximum de sédiments avec un minimum d'eau.

Le Professeur **REMINI** insista sur le fait que tous les exploitants de barrages et les ingénieurs devront maîtriser cette technique des courants de densité. Selon notre interlocuteur, grâce à l'application avec succès de cette technique la durée de vie des barrages est ainsi multipliée par trois. Par ailleurs, la valorisation des boues a pris son petit bonhomme de chemin. Des briques, des tuiles et des œuvres artisanales de bonne qualité ont été ainsi réalisées suite aux différentes analyses physico-chimiques des boues. Les problèmes écologiques, si cette valorisation passe à l'échelle industrielle, seront à jamais bannis. De petites unités de briqueterie mobiles et déplaçables pourront s'installer à proximité des grands ouvrages. Des postes d'emploi seront ainsi créés et l'écologie préservée.

La lutte contre l'envasement des barrages en Algérie doit revêtir une dimension nationale tant les enjeux sont énormes. Tous les spécialistes s'accordent à dire que les pays du Maghreb, d'ici à 2025, connaîtront des problèmes aigus d'eau. Autant, dès maintenant, penser à une stratégie globale de préservation de nos barrages contre ce grave problème de l'envasement (**ABDELLI & ZEGGANE, 2007**).

4-5 CONCLUSION

L'eau et l'énergie constitueront le défi du XXI^e siècle. Sachant qu'en Algérie les barrages de taille et d'importance diverses ne recueillent en fait que 5% des précipitations atmosphériques, le problème apparaît dès lors dans toute son acuité. D'importantes quantités de pluies rejoignent la mer, ou reviennent vers l'atmosphère par évaporation. Autant donc apprécier le temps de remplissage d'un barrage et l'ampleur des dégâts engendrés par le fléau de l'envasement.

En outre, plus de l'envasement on a remarqué que des eaux noires et nauséabondes atteignent le barrage de Hammam Boughrara et leurs effets se font sentir jusqu'en aval près de l'embouchure de la Tafna (Rachgoun). Cette pollution est confirmée par les résultats de l'analyse chimique et bactériologique établie par de nombreuses études universitaires. La minéralisation augmente brutalement dans la Tafna après le confluent avec l'Oued Mouilah, où la saturation en O₂ dissous chute. Cet appauvrissement en oxygène s'explique par une forte charge en substances organiques.

CHAPITRE II

ETUDE DE MILIEU



I- PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

1-3 PRESENTATION DE LA COMMUNE DANS SON CONTEXTE SPATIAL

La commune de Hammam Boughrara est située au Nord ouest de la wilaya de Tlemcen, à une distance de 50Km du chef lieu de la wilaya et à 10 Km de Maghnia. La commune est située dans les monts des Traras et occupe une unité particulière (Basse vallée de la Tafna). Par rapport aux unités naturelles telles qu'elles sont définies par le PAW, Hammam Boughrara appartient à l'unité "pays de Maghnia" qui constitue l'une des zones agricoles les plus riches de la vallée de la Tafna. Elle est limitée au Nord par l'unité "des Monts des Traras" et au Sud par l'unité "des plateaux de Tlemcen". La commune s'étend sur une superficie de 167 km², elle est limitée :

- Au Nord : par les commune de Djebala, Nedroma, Ain Kebira et Ain Fettah.
- A l'Est : par la commune de oued Riah.
- Au Sud : par la commune de Maghnia, Bouhlou et Sebra (**Anonyme, 2000**).

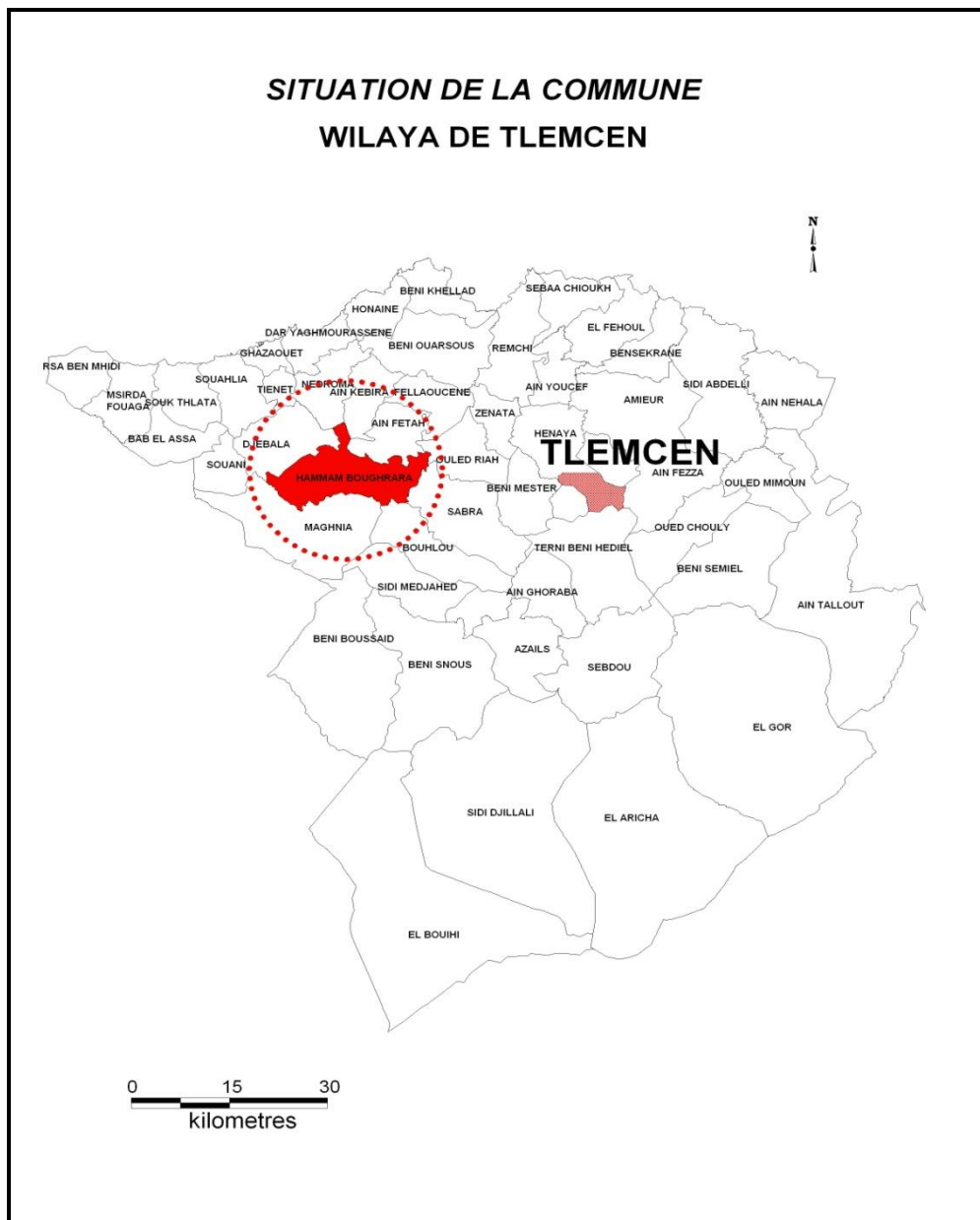


Figure N° 05 : Carte de situation de la commune de Hammam Boughrara (source A.N.A.T, 2000).

1-4 ANALYSE DES MILIEUX PHYSIQUES

1-2-1 DES UNITES TOPOGRAPHIQUES HETEROGENES

Le territoire de la commune se caractérise par la présence d'unités très diversifiées contribuant ainsi à modeler et façonner le paysage. Ces unités sont les suivantes :

- ♣• Une zone montagneuse avec ses piémonts qui occupe environ 30% du territoire communal. Les altitudes culminent à 1112 m.
- ♣• Des plateaux qui occupent environ 60% du territoire.
- ♣• Des dépressions et vallées constituant environ 10% ; la vallée la plus importante est celle de la Tafna d'une largeur de 200 à 1000 m, se prolongeant d'une distance d'environ 8 Km (**Anonyme, 2000**).

1-4-3 DES UNITES STRUCTURALES ET GEOLOGIQUES CONCORDANTES

La région est située entre deux massifs qui appartiennent au même domaine structural (domaine Tlemcenien) qui sont constitués en grande partie par des formations jurassiques et crétacées.

La région se caractérise par l'existence de formations volcaniques (rhyolite, basalte et formation phréato- magmatiques), les roches sont souvent des basaltes, ainsi que par des formations plus tendre et plus récentes d'alluvions se localisant au niveau des terrasses et des zones affaissées de la région.

En effet, trois âges caractérisent le territoire de la commune et les unités morphologiques qui le composent.

- **Primaire** : constitué essentiellement de pélites, de grés pélitiques de schiste et flych. Ces formations se localisent au niveau des monts qui entourent la région.
- **Secondaire** : composé de formation de calcaire- gréseux et marneux, de roches gréso- marneux- argileuse, de gypse ainsi que des marnes. On les retrouve en général au niveau des plateaux.
- **Tertiaire et quaternaire** : caractérisent les dépressions et les vallées de la commune, constituées essentiellement de marnes bleu, de conglomérats, de calcaires lacustres, d'alluvion fine, d'éboulis de pente et de colluvions (**Anonyme, 2000**).

1-2-3 UN RESEAU HYDRO GRAPHIQUE EN EAU IMPORTANT

Le réseau hydrographique est l'une des caractéristiques les plus importantes d'un bassin versant (**ZEKRI, 2003**). Il est défini comme étant l'ensemble des rivières et autres cours d'eau naturels ou artificiels, permanents ou temporaires, ainsi que des lacs et des réservoirs, dans une région donnée (**Glossaire International d'Hydrologie, 1992**). C'est un ensemble hiérarchisé et structuré des chenaux qui assurent le drainage superficiel d'un bassin versant (**DACHARRY, 1999**). D'autres définitions le présente comme l'ensemble des points d'équilibres entre deux grands mécanismes de transfert de l'eau des sédiments dans un bassin versant (**RINALDO et al., 1991 ; SNELL et SIVAPALAN, 1994 ; RODRIGUEZ, 1999 ; RODRIGUEZ et al., 1989 ; RODRIGUEZ et al., 1991, CUDENNEC, 2000**). Ces deux mécanismes sont : la dispersion qui domine au niveau des versants et la convergence qui domine au niveau des chemins préférentiels de l'écoulement (**BOUDHRAA, 2001**).

La Tafna est dans l'ensemble, un organisme hydrographique composite, qui réunit, dans un bassin évasé, appartenant à la montagne et à la plaine, des rameaux de longueur sensiblement égale : Oued Mouileh- Isly à l'Ouest, Tafna supérieure au centre et l'oued Isser à l'est (TINTHOIN, 1984).

La région est caractérisée par la présence de deux grands oueds, oued Mouileh et oued Tafna.

Oued Mouileh avec un débit moyen de 400 l/s. Il est alimenté par les affluents suivants : oued Bossil, Ben Sria, Nachef, Timersallte, Moukraf, Bousslit.

Oued Tafna qui a un débit très variable est faible, il est alimenté par Oued Sinrouf, Melaka et Egick (Anonyme, 2000).

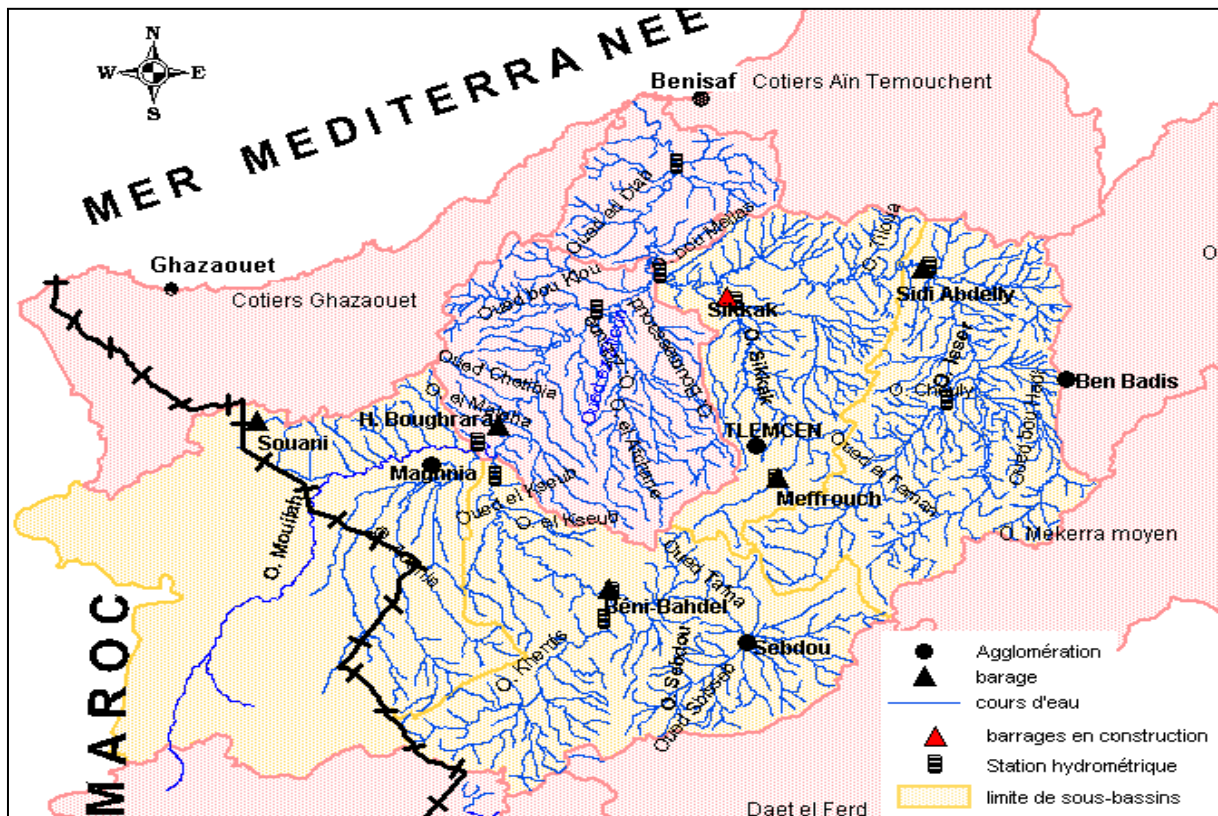


Figure N° 06 : Réseau hydrographique de la Tafna. (Source BOUANNANI, 2006).

1-2-3-1 Paramètres du réseau hydrographique

Densité de drainage	$Dd = 3,9 \text{ Km} / \text{km}^2$
Rapport de confluence	$R_c = 4,14$
Rapport de longueur	$R_l = 2,33$

1-2-3-2 Densité de drainage

La densité de drainage est définie par :

$$Dd = \Sigma L / A$$

Où,

Dd : densité de drainage en km/km^2 .

L : longueur cumulée de tous les thalwegs du bassin en km.

A : aire du bassin en km^2 .

Les valeurs de densité de drainage obtenues sont comprises entre 0.16 et 3.22 km/km^2 . Les plus petites valeurs correspondent aux plus grands sous bassins.

1-2-3-3 Rapport de confluence

Il est défini par :

$$Rc = Nn / N(n+1)$$

Où,

Rc : rapport de confluence.

Nn : nombre de cours d'eau d'ordre n.

Si l'on admet que, pour un bassin parfaitement organisé $Rc = 2$; le sous bassins de la Tafna est mal hiérarchisé.

1-2-3-4 Rapport des longueurs

La définition est la suivante :

$$RL = L (N+1) / LN$$

LN : longueur de cours d'eau d'ordre n. (BOUANANI, 2006).

1-3 PRESENTATION DU MICRO- BASSIN VERSANT DU VILLAGE DU TAFNA

1-3-1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le micro- bassin versant de village Tafna s'étend sur une superficie de 44 000 ha, situé entre les coordonnées LAMBERT et les coordonnées géographiques suivantes :

Coordonnées LAMBERT		Coordonnées Géographique	
		Longitude	Latitude
X ₁ : 103	Y ₁ : 177	X ₁ : 1° 38' 63''	Y ₁ : 34° 50' 05''
X ₂ : 105,6	Y ₂ : 179	X ₂ : 1° 38' 31''	Y ₂ : 24° 48' 97''

Source : Carte de Maghnia, 1960. Echelle 1/50 000.

Il est traversé par la route nationale N° 07 reliant Sabra- Maghnia et il se trouve à environ 1Km de Village Tafna. Sur le Bassin versant de la TAFNA, il est situé dans la partie aval du tronçon barrage Beni-Bahdel / barrage Hammam Boughrara. Ce dernier apparait dans son Nord – Ouest (ZEKRI, 2000).

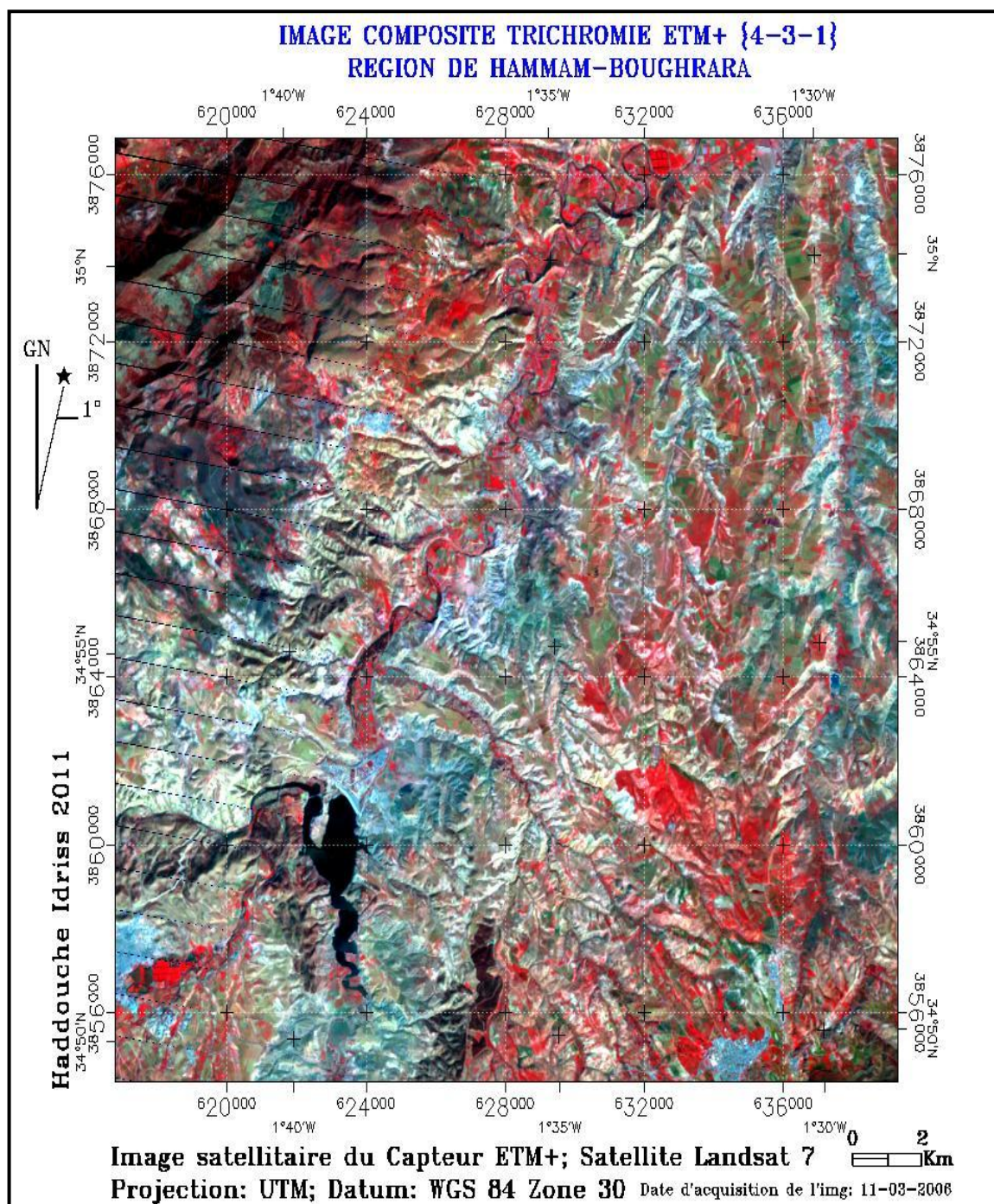


Figure N° 07 : Image satellitaire du Capteur ETM+ ; Satellite Landsat 7
 Projection : UTM ; DaWGS 84 zone 30 (Date d'aquisition de l'image : 11-03-2006).

1-3-2 DONNEES PHYSIQUES DU BASSIN VERSANT

1-3-2-1 Erosion

Tableau N° 03 : Types d'érosion avec superficie.

Erosion faible	27000 ha	24,5 %
Erosion modérée	39000 ha	35,45 %
Erosion forte	33000 ha	30 %
Erosion très forte	11000 ha	10 %

Source circonscription de Maghnia 2008.

1-3-2-2 Occupation du sol

Tableau N° 04 : Végétation.

Répartition de la végétation		Superficie occupée en Ha	Taux en %
Agriculture	culture annuelle	54935	49,940
	Cultures pérennes	1371	01,246
	vignes	961	00,873
	Sous total	57267	52,059
Forets	Maquis	26872	24,383
	reboisement	5010	04,554
Parcours		3724	03,385
Terrains incultes et autres		17177	15,615
Total général		110000	100

Source circonscription de Maghnia 2008.

La carte suivante de la figure N° 08 représente l'occupation du sol dans la wilaya de Tlemcen est incluse notre zone d'étude.

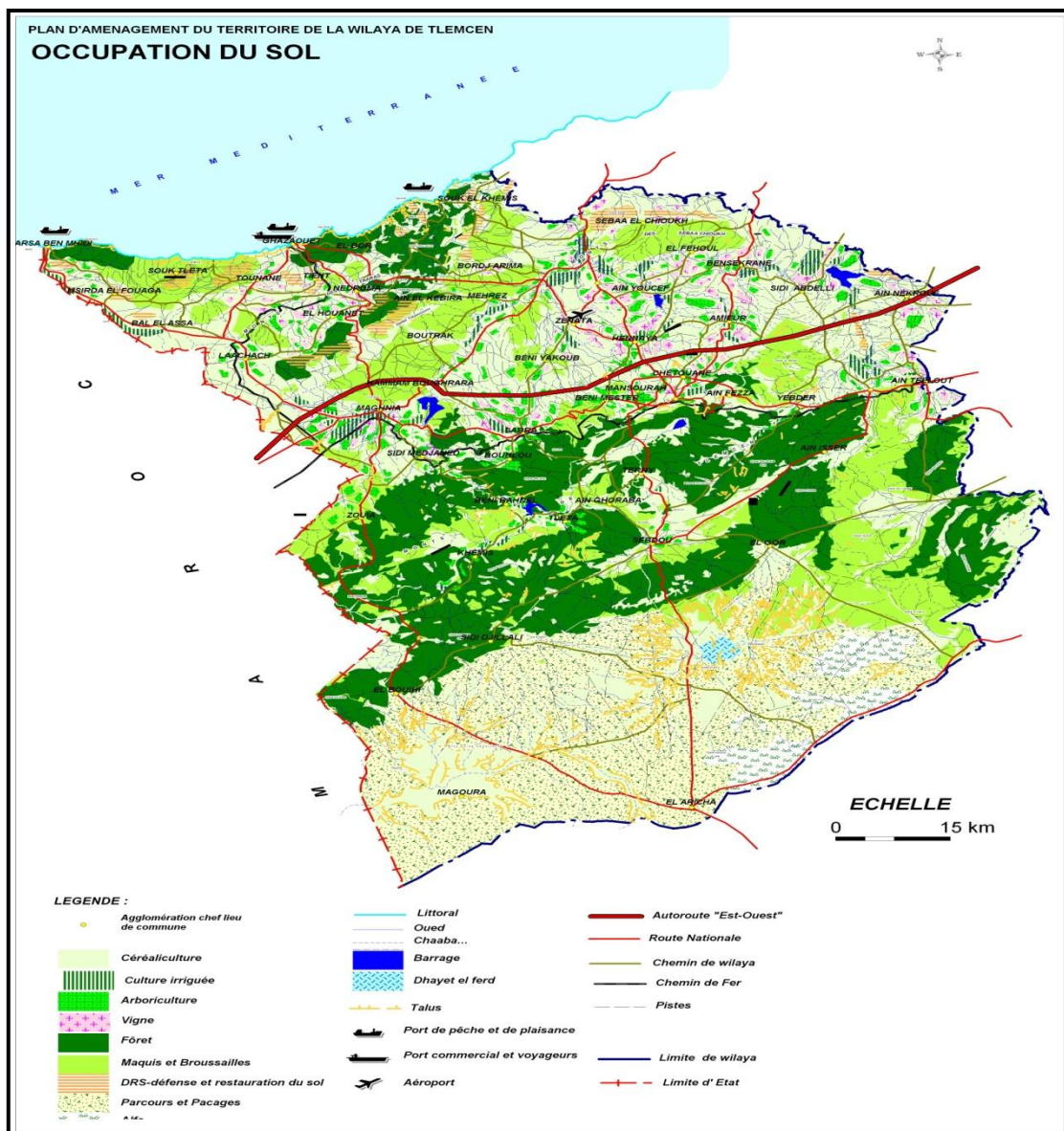


Figure N° 08 : Carte d'occupation du sol de la wilaya de Tlemcen (Source ANAT 2009).

1-3-2-3 Consistance des travaux dans le traitement du bassin- versant

Actions biologiques : 5280 ha
 Plantation rustique : 1910 ha
 Actions mécaniques : 60 000 m³

1-3-2-4 Objectif global du traitement du bassin- versant

Superficie traitée : 1999 - 2008 : 26%
 Superficie à traitée : 2009 - 2014 : 33%

La nature du sous bassin versant est caractérisé par un substrat fragile aux alentours du plan d'eau dont la nature juridique des terrains est privée ce qui limite les interventions du secteur à des actions de plantation fruitière et rustique (Circonscription de Maghnia 2008).

1-3-3 CARACTERISTIQUE MORPHOMETRIQUES

1-3-3-1 Paramètre géométrique

La superficie	$A \approx 2,14 \text{ Km}^2$
Le périmètre	$P \approx 7,25 \text{ Km}$
L'indice de compacité de Gravelius	$Kc \approx 1,36$ Cet indice est supérieur à 1, le micro- bassin versant est plutôt allongé.
Le rectangle équivalent	$L = 2,81 \text{ Km}$ $l = 0,79 \text{ Km}$

(Source **ZEKRI, 2000**).

1-3-3-2 Forme du bassin versant

Le bassin versant de la Tafna a un $Kc = 1,15$, le bassin est donc plutôt ramassé. A son embouchure, le bassin se rétrécit, il a une largeur de 34 Km au niveau de Remchi. Il a ainsi, une forme en poire (**REMAOUN, 1996**).

1-3-3-3 Rectangle équivalent

C'est une transformation géométrique ou le bassin devient un rectangle de longueur L , les courbes de niveau des droites parallèles à la largeur l du rectangle qui représente l'exutoire du bassin versant.

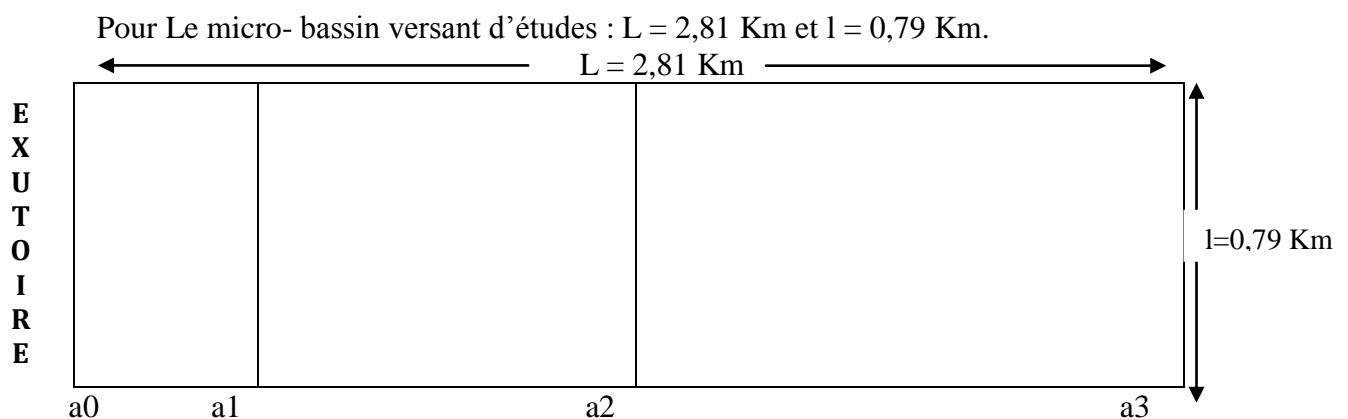


Figure N° 09 : Rectangle équivalent du micro- bassin versant d'étude.

1-4 PARAMETRE DU RELIEF

Le relief est un facteur essentiel, il détermine en grande partie l'aptitude au ruissellement des terrains, l'infiltration et l'évaporation. C'est un élément capital dans le comportement hydrologique d'un bassin (BOUANNANI, 2006).

Tableau N° 05: Répartition altimétrique du M.B.V. d'étude par rapport à sa surface.

Tranches d'altitudes	Surfaces		Surfaces cumulées	
	Ha	%	Ha	%
495 – 450	112,41	50,12	112,41	50,12
450 – 400	81,66	36,41	194,07	86,54
400 - 379	30,18	13,45	224,25	100,00

(Source ZEKRI, 2000).

Partant de la répartition par tranches d'altitudes de sous bassins, on a établi la courbe hypsométrique et le diagramme de fréquence altimétrique.

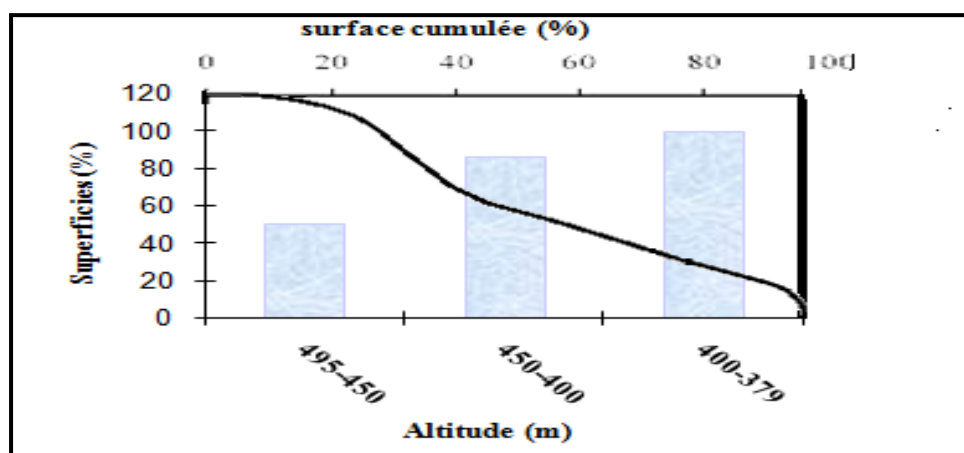


Figure N° 10 : Courbes Hypsométriques et histogrammes de fréquences altimétriques du sous Versant Bassin.

En effet, cette courbe représente une allure régulière en dessous de 500 m d'altitude, montrant une certaine équipartition des surfaces sur les différentes tranches d'altitudes ; plus de 86 % de la surface totale ont des altitudes inférieures à 500 m et l'altitude médiane est de l'ordre de 400 m.

Le sous bassin versant de la Tafna présente un relief plus au moins accidenté, constitué de montagnes, de plaines et de vallées, le relief s'accroît à l'amont du bassin, mis en évidence par la forme de la courbe hypsométrique (SELKA et DEBBAL, 2008).

1-5 LES PENTES

Indice de pente de roche	$I_p = 0,2$ Cet indice traduit la pente moyenne au niveau du M. B.V.
Indice de pente globale	$I_g = 0,034$ $0,02 < I_g < 0,05$, le M. B. V. présente un relief assez fort.

Classification I_g selon L'ORSTOM (CHAFFI, 1998).

Les pentes sont en général très accentuées, dépassant les 20 % au niveau des zones montagneuses. Entre ces zones à relief fort, on retrouve des pentes plus douces (entre 0 et 10 %). Cette zone plus ou moins aplatie est localisée de part et d'autre de Barrage constitue la plaine de Maghnia. Les pentes sont très fortes et sont subdivisées en 03 classes (voir figure N° 11).

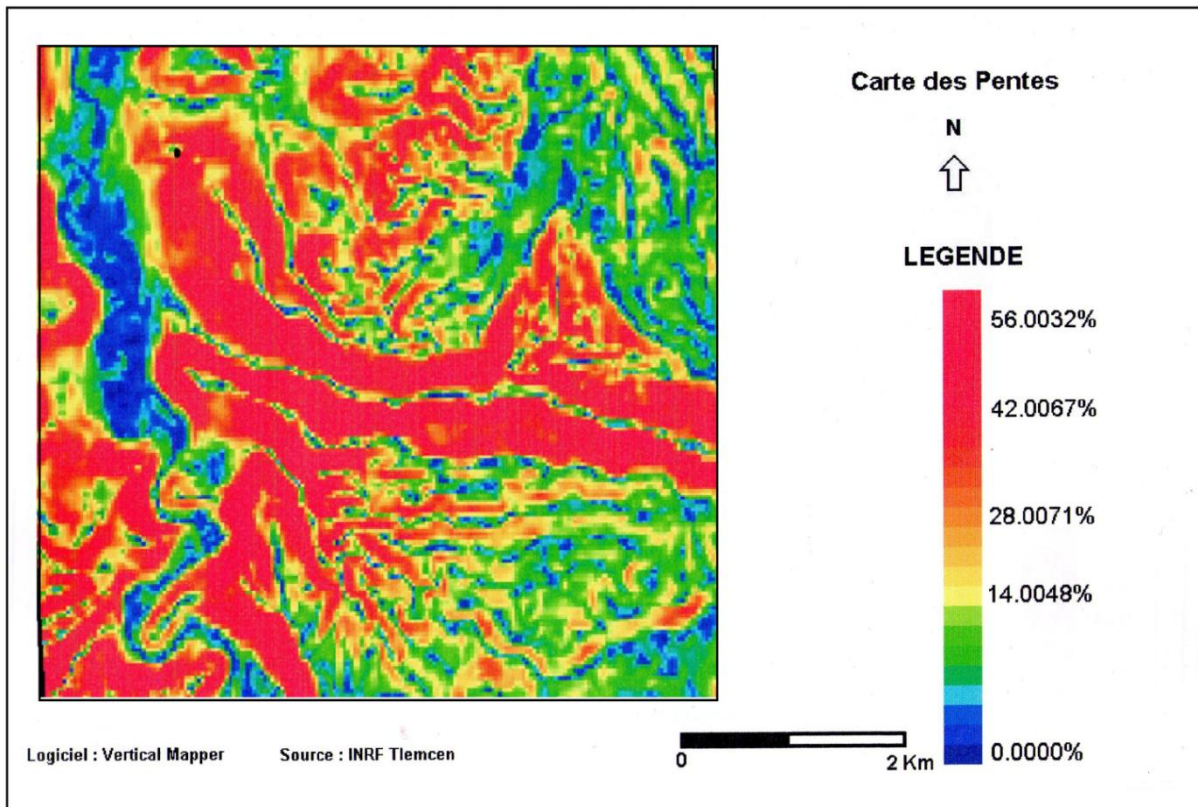


Figure N° 11 : Carte de la pente de la zone d'étude (Source INRF de Tlemcen).

1-6 LE CLIMAT

Le climat est un ensemble de circonstances atmosphériques et météorologiques propre à une région donnée : **BENABADJI (1991, 1995), TURRIL 1929, GAUSSEN 1954, WALTER et al., 1960, DAGET (1977,1980), BOUABDELLA 1992, BOUAZZA (1991-1995).**

L'Algérie du nord est sous l'influence d'un climat méditerranéen de transition entre le tempéré et le tropical (**EMBERGER, 1955; ESTIENNE & GODRON, 1970**) caractérisé par une période froide et humide allant de Novembre à Mars (hiver) et une autre chaude et sèche s'étalant d'Avril à Octobre.

Notre zone d'étude est sous l'influence du climat méditerranéen, caractérisé par un climat semi-aride à hiver tempéré (**CHEBAB, 2009**).

QUEZEL (1976) note que l'hétérogénéité du climat et du relief joue un rôle déterminant dans la distribution des différentes espèces végétales. Dans ce contexte, nous essayons de connaître l'influence des facteurs climatiques sur l'érosion au niveau de la commune de H. Boughrara.

Dans notre cas, nous nous sommes basés sur les données météorologiques de la station de référence la plus proche de notre zone d'étude (tableau N° 06).

Tableau N° 06 : Caractéristiques géographiques de la station de référence.

Zone d'étude	Station de référence	Code	x	y	situation	Paramètres climatiques	Période
Hamam Boughrara	Maghnia	160 501	103.125	185.500	barrage	Température, Pluviométrie	1998-2010

1-6-1 LES FACTEURS CLIMATIQUES

Les précipitations et les températures sont les composantes majeures qui constituent la charnière du climat, car elles influent directement sur le sol et la végétation (DJEBAILI, 1984).

1-6-1-1 LES PRECIPITATIONS

1-6-1-1-1 Répartition mensuelle moyenne des précipitations

L'un des traits originaux du climat en méditerranée s'exprime par l'irrégularité des pluies le long de l'année : abondantes en automne et en hiver et parfois en printemps et presque nulles en été (AUBERT & MONJAUZE, 1946).

Cependant, le développement n'est pas lié uniquement à la quantité d'eau disponible mais aussi à la qualité et la fréquence de sa répartition au cours de son cycle (FEROUANI, 2001), (Tableau N° 07).

Tableau N° 07 : Précipitations moyennes mensuelles

Zone d'étude	J	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D	Moy
H. Boughrara 1998-2010	45,7	31,1	29,6	28,6	13,85	5,4	0,4	6,1	36,8	50,3	43,1	39,9	330,8

Il ressort de ce tableau que la répartition des précipitations dans notre zone d'étude est presque identique. Le régime pluvial est plus marqué entre les mois de septembre et octobre voire avril. Les autres mois affichent des tranches pluviométriques moins accusées surtout entre Mai et Aout.

1-6-1-1-2 Répartition annuelle des précipitations

La répartition annuelle de la pluviométrie enregistrée dans la zone d'étude est représentée dans la figure N° 12

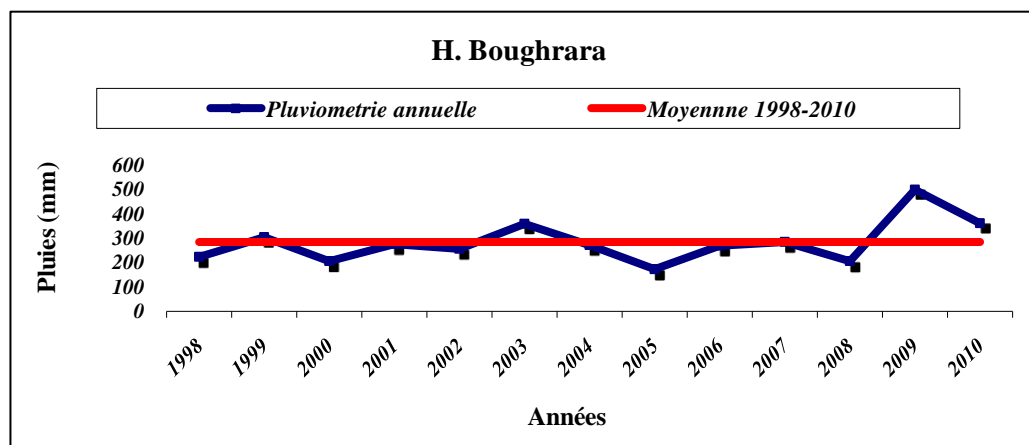


Figure N° 12 : Répartition annuelle de la pluviométrie dans la zone d'étude.

L'examen de cette courbe élucide clairement la variabilité annuelle des chutes de pluies dans la région entre 1998 à 2010.

En effet, la zone reçoit une moyenne pluviométrique de l'ordre de 282,5 mm. Les hauteurs extrêmes sont atteintes en 2009 avec 497 mm et 360 mm en 2010, les précipitations minimales sont observées en 2003 avec une tranche d'eau de 204 mm. L'allure de la courbe affiche cependant un fléchissement plus au moins important au dessous de la moyenne. Celle-ci, moins arrosée, caractérise une sécheresse.

1-6-1-2 LE REGIME SAISONNIER

Le régime saisonnier est la somme des précipitations par saison en classant ces dernières par ordre de pluviosité croissante. La désignation de chaque saison est indiquée par sa lettre initiale: P: Printemps, H: Hiver, E: Eté, A: Automne (tableau N° 08).

Tableau N° 08 : Régime saisonnier des précipitations

Zone d'étude	Saisons	Eté	Automne	Hiver	printemps	Type de régime
	périodes					
H. Boughrara	1998-2010	11,9	130,2	116,7	72	AHPE

Dans ce tableau, nous remarquons que le régime saisonnier des précipitations est de type AHPE. Ceci explique que le maximum des pluies est concentré en hiver et en l'automne et avec un degré moindre en printemps, la saison estivale est toujours sèche.

1-6-1-3 LES TEMPERATURES

Elles jouent un rôle majeur dans la détermination du climat régional à partir des valeurs des moyennes annuelles "T" et mensuelles et les valeurs moyennes des minima du mois le plus froid "m" et des maxima du mois le plus chaud "M".

Tableau N° 09 : Les données thermiques de la station de référence

Zone d'étude	T°	J	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D	Moy
H. Boughrara 1998-2010	Max	23,2	24,1	26,9	31,0	34,2	38,6	41,6	40,1	36,0	31,7	27,7	22,9	31,5
	Min	2,2	4,1	3,3	5,8	9,4	13,1	18,3	18,9	15,4	11	5,5	2,3	9,1
	T	12,7	14,1	15,1	18,4	21,8	25,8	29,9	29,5	25,7	21,3	16,6	12,6	20,2

M. moyenne des maxima du mois le plus chaud.

m. moyenne des minima du mois le plus froid.

T. température moyenne $M + m / 2$.

D'après ce tableau nous remarquons que la période froide est toujours hivernale et enregistrée au mois de janvier dans la zone d'étude. Elle est cependant de 2,2°C. Pour les températures maximales, le mois le plus chaud est enregistré en Juillet, avec 41,6°C (Figure N° 13).

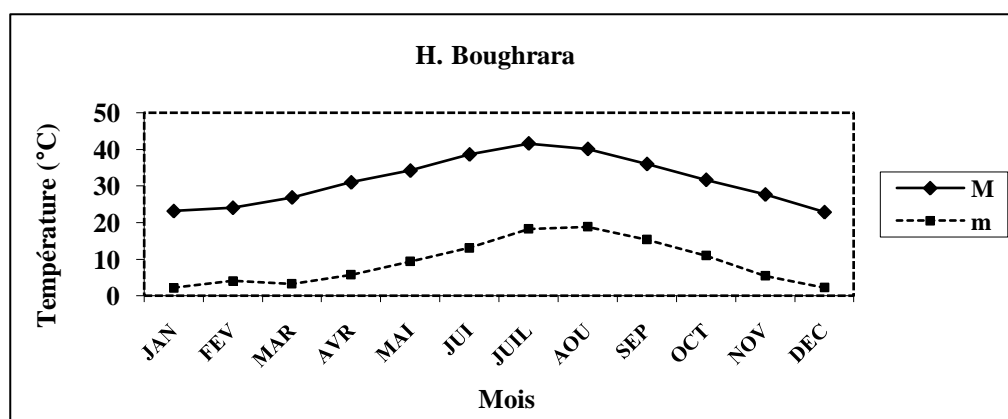


Figure N° 13 : Variations mensuelles des températures maximales et minimales de la station d'étude.

1-6-1-4 SYNTHÈSE CLIMATIQUE

Pour chaque pays suffisamment étendu, il existe un climat général qui dépend de sa latitude, sa proximité de la mer ou sa situation à l'intérieur du continent. Mais pour ces mêmes régions, il y'a aussi un climat dit local qui peut être plus au moins chaud ou froid ou sec ou humide (DAHANE, 2006). La synthèse des données climatiques permet ainsi de classer ce climat afin de mieux se rendre compte sur la répartition et le comportement des différentes associations végétales et animales. Cette synthèse fait appel à plusieurs indices, dont nous retenons particulièrement :

1-6-1-4-1 Indice de continentalité ou indice de DEBRACH (1953)

L'amplitude thermique extrême moyenne est un paramètre climatique qui permet de définir l'indice de continentalité (DEBRACH, 1953). Il nous indique de dire si la région est sous influence maritime ou continentale. Selon la classification thermique basée sur la valeur de l'écart thermique, nous distinguons 4 types de climat qui sont regroupés dans le tableau N° 10.

Tableau N° 10 : Classification du climat selon l'indice de continentalité (DEBRACH, 1953)

Type de climat	M-m (c°)
Climat insulaire	M-m < 15
Climat littoral	15 < M-m < 25
Climat semi continental	25 < M-m < 35
Climat continental	M-m > 35

L'indice de continentalité que nous avons calculé pour la station pendant la période allant de 1998 à 2010, est consigné dans le tableau N° 11.

Tableau N° 11 : Indice de continentalité de la zone d'étude

Zone d'étude	Période	M (C°)	m (C°)	M-m (C°)	Type de Climat
H. Boughrara	1998-2010	41,6	2.20	39.4	Continental

En se référant à la classification de DEBRACH (1953), il apparaît clair que notre zone d'étude jouit d'un type de climat qui est de type continental caractérisant la brutalité des contrastes thermiques.

1-6-1-4-2 Indice de sécheresse

LE HOUEROUX (1979) suggère cet indice en complément du régime pluviothermique pour caractériser le climat méditerranéen. Il est calculé de la façon suivante :

$$I_s = P \text{ (mm)} / M \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Selon EMBERGER (1942) « I_s » ne doit pas passer la valeur de 7 pour le climat méditerranéen, par contre DAGET (1977) a fixé le seuil à 5 pour mieux caractériser le climat méditerranéen du climat océanique. Pour notre cas, nous avons calculé l'indice de sécheresses correspondant à notre station météorologique.

P : moyenne des précipitations annuelles (mm).

M : moyenne des températures maximales du mois les plus chauds (°C).

La valeur de cet indice calculé pour la station est consignée dans le tableau N° 12

Tableau N° 12 : Indice de sécheresse estivale de la station de référence.

Zone d'étude	Période	M (C°)	P (mm)	Indice de sécheresse
H. Boughrara	1998-2010	41,6	11,9	0,28

On ressort de ce tableau que la valeur de l'indice de sécheresse est de 0,28 pour notre station d'étude. Cette faible valeur de "Is" confirme la xéricité de la saison sèche et la rareté des pluies estivales. Cette valeur caractérise nettement le climat méditerranéen.

1-6-1-4-3 Valeurs thermique et étage de végétation ou zonation altitudinale

Sur la base des travaux d'EMBERGER (1930), QUEZEL (1976-2000), RIVAS MARTINEZ (1982) et M'HIRIT (1993) sur la répartition de la végétation méditerranéenne en fonction des gradients thermique (m°C) et altitudinal (m), nous avons pu déterminer l'étage de végétation auxquels appartient notre zone d'étude (Tableau N° 13).

Tableau N° 13: L'étage de végétation de la zone d'étude

Zone d'étude	Période	T (C°)	m (C°)	Altitude (m)	Etage de végétation
H. Boughrara	1998-2010	20, 2	2.2	429,50	Thermo-méditerranéen

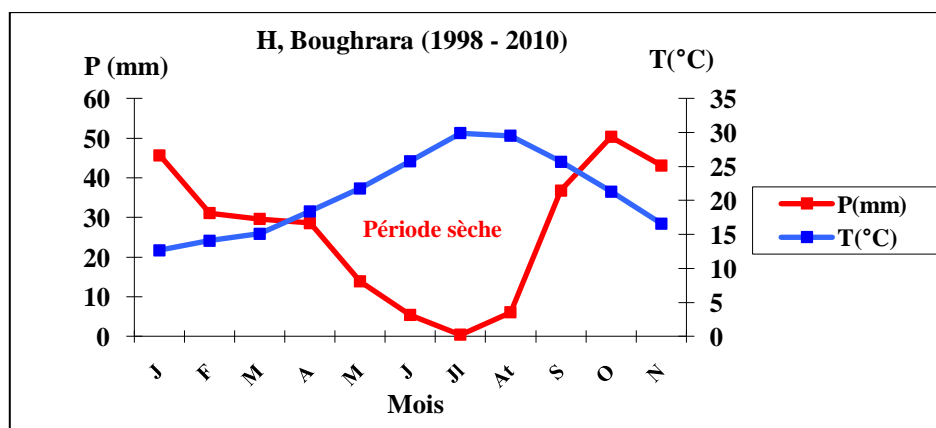
D'après ce tableau, nous remarquons que la zone d'étude s'intègre dans l'étage de végétation thermo-méditerranéen ($0 < m < 3$ °C, $T \geq 16$ °C et alt. < 600m).

1-6-1-4-4 Diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN (1953).

Selon BAGNOULS & GAUSSEN (1953), la sécheresse n'est pas le résultat de l'absence totale des précipitations mais de leur faiblesse qui se conjugue aux fortes chaleurs. En effet un mois est considéré comme étant sec lorsque le total mensuel des précipitations est égal ou inférieur au double de la moyenne des températures soit ($P = 2T$).

- P : précipitations mensuelles (mm).
- T : températures moyennes mensuelles (°C).

Ils proposent un modèle de représentation graphique où ils juxtaposent les températures et les précipitations. La sécheresse se manifeste alors lorsque la courbe des précipitations rencontre celle des températures et passe en dessous de cette dernière (figure N° 14).

**Figure N° 14:**Diagrammes Ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN (1953) de la zone d'étude.

Cette figure montre que pour la zone la séquence sèche est bien accusée, cette période s'étend sur 5 mois et même plus, à partir du mois de mai jusqu'au mois de septembre et la période humide de 07 mois de mi- octobre et la mi-mai.

1-6-1-4-5 Quotient pluviométrique et climagramme D'EMBERGER (1955)

Ce quotient nous permet de déterminer l'ambiance bioclimatique d'une région où règne le climat du type méditerranéen, en faisant intervenir les précipitations, les températures maximales et minimales selon la formule suivante :

$$Q2 = \frac{1000P}{\frac{(M - m)(M^2 - m^2)}{2}} = \frac{2000P}{M + m}$$

Celle-ci a été ensuite modifiée par STEWART (1969) et s'écrit :

$$Q3 = 3.43 \frac{P}{M + m} = \frac{M^2 - m^2}{2} = \text{Température moyenne}$$

Le positionnement sur un tel diagramme est établi par le Q2 calculé à partir de la formule suivante :

$$Q2 = 2000 P / M^2 - m^2$$

P : moyenne des précipitations annuelles (mm).

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en degré Kelvin ($T^{\circ}K = T^{\circ}C + 273,2$).

m : moyenne des minima du mois le plus froid en degré kelvin ($T^{\circ}K = T^{\circ}C + 273,2$).

Pour définir l'étage bioclimatique, nous avons utilisé le climagramme pluviothermique de SAUVAGE (1963) qui combine les deux paramètres climatiques (température et pluviométrie). Les quotients obtenus et l'ambiance bioclimatique correspondants sont indiqués dans le tableau N° 14.

Tableau N° 14 : Ambiance bioclimatique de H. Boughrara.

Zone d'étude	Période	M (K°)	m (K°)	P (mm)	Q2	ambiance bioclimatique	
						Etage	Variante
H. Boughrara	1998-2010	304.7	282.3	330,85	50.32	Semi aride	tempéré

Les résultats obtenus dans ce tableau, nous on permit de situer notre zone d'étude en étage bioclimatique semi - aride supérieur à hiver tempéré pour la station d'étude (Figure N° 15).

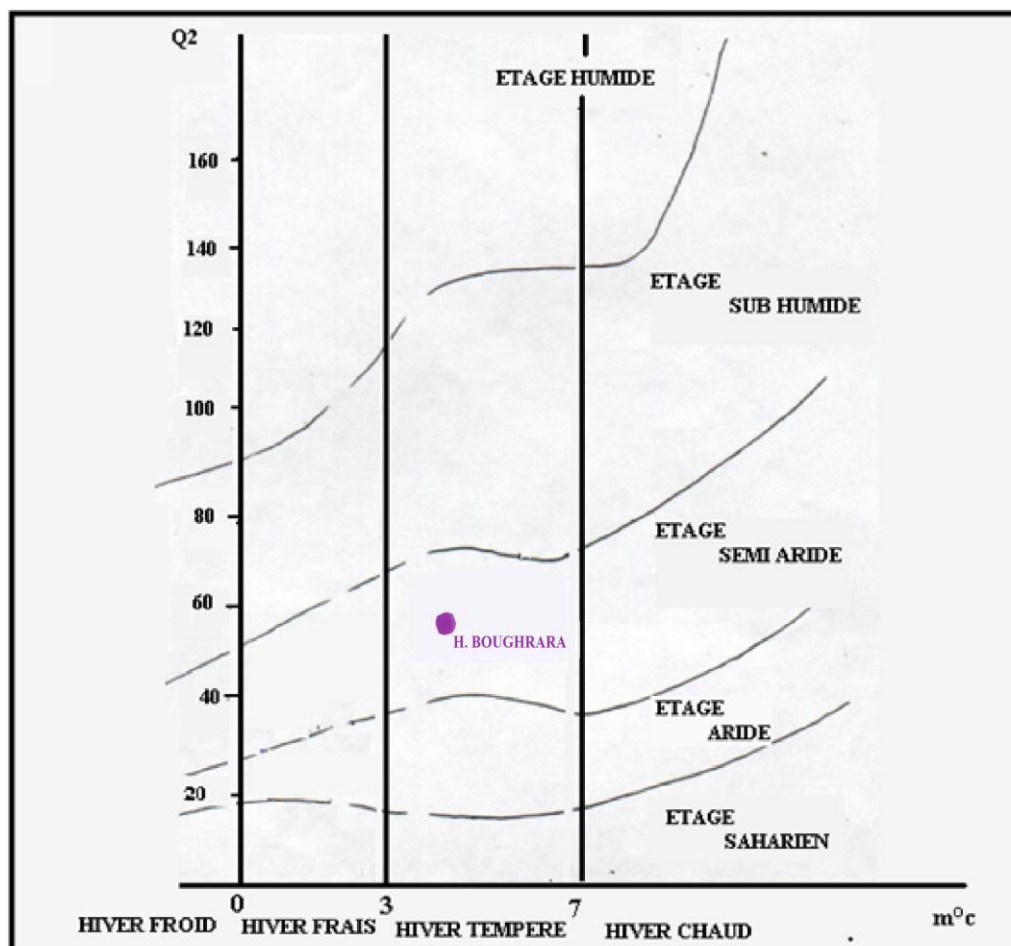


Figure N° 15 : Localisation de la zone d'étude dans le climagramme d'EMBERGER, (1953).

1-6-1-5 LES VENTS

Les vents concernent une partie de l'année où la température est basse et la pluviométrie élevée, cette période est dominée par des vents de direction "Ouest et Sud-ouest" durant le jour et "Nord à Sud-Ouest" pendant la nuit avec une forte intensité. L'autre période de l'année où la température est élevée par contre la pluviométrie s'abaisse jusqu'à zéro. Le vent "Est" domine le jour et une partie de la nuit avec faible intensité.

1-6-1-6 RELATION CLIMAT- EROSION DANS LA REGION DU HAMMAM BOUGHRARA

L'objectif de l'étude est de mettre en évidence les actions directes et indirectes des facteurs climatiques sur le milieu physique de la commune et par conséquent sur les avantages et inconvénients qui peuvent surgir des averses et canicules du climat local.

Cette étude nous permet d'expliquer les formes d'érosion exercées dans la zone par :

- L'agressivité des précipitations (des orages à allure torrentielle).
- Une sécheresse accentuée qui joue un rôle important dans la disparition de la végétation herbacée laissant les sols nus et sans protection qui présente la région à l'érosion.

Dans les zones semi-arides les $\frac{3}{4}$ des transports annuels de matériaux proviennent de quelques jours de crue en toute saison mais plutôt en automne en été ou au printemps (ruissellement d'intensité), (LAOUINA, 1998).

1-7 CARACTERISATION SOCIO-ECONOMIQUE

La connaissance du milieu humain est fondamentale pour la caractérisation des grandes tendances en zones d'étude. Pour appréhender ce phénomène on s'est basé en particulier, sur :

- Population totale, répartition par zone et dispersion ;
- Population urbaine et rurale ;
- Structure de la population par catégories d'âge ;
- Densité de peuplement (habitants/km²) ;
- Population occupée ;
- Armature rurale du Massif ;

1-7-1 REPARTITION SPATIALE DE LA POPULATION

La zone d'étude totalise un volume de population évalué à 11 355 habitants (**RGPH 2008**), soit un additionnel de 1013 habitants, par rapport à la période de 1998, ce qui équivaut à un taux d'accroissement de 0,53 %. Cela signifie une tendance d'évolution négative de la population par rapport à la moyenne régionale actuelle (1,59%) et la moyenne nationale pour la même période (1,67 %) pour la même période.

Tableau N° 15 : Répartition de la Population.

COMMUNE	RGPH 1987	RGPH 1998	Taux % 1987/1998	RGPH 2008	Taux % 1998/2008	Répartition (RGPH-2008)
H.BOUGHRARA	9 729	10 322	0,53	11 355	0,98	18 %

Hamam Boughrara enregistrent des taux d'accroissement proches de zéro, avec un léger avantage pour la commune (0,98%).

1-7-2 POPULATION URBAINE / POPULATION RURALE

1-7-2-1 Population urbaine

Selon les définitions établies par l'ONS la population urbaine est une population qui réside dans un centre urbain, dont la taille de sa population est > à 5000 habitants et qui compte 1000 emplois non agricoles. La commune, objet de notre étude, comprend deux (02) types de population ; la population rurale et la population urbaine.

Tableau N° 16 : Indice d'urbanisation.

COMMUNE	POP. 1987	Pop. Urbaine	Taux d'urban. (%)	POP. 1998	Pop. Urbaine	Taux d'urban. (%)	POP. 2008	Pop. Urbaine	Taux d'urban. (%)
HAMMAM BOUGHRARA	9 729	-	-	10 322	3 568	34,6	11 355	3 951	34,8

La commune est classée en strate urbaine, enregistrant des taux d'urbanisation compris entre un maximum de 34,8 % à et un minimum de 34,6 %.

1-7-2-2 La population rurale

Contrairement à la strate urbaine, les communes classées « rurales », selon la définition de l'ONS, sont celles qui disposent des centres agglomérés, dont la taille est <5 000 habitants et le nombre d'emploi non agricole <1000.

Tableau N° 17 : Population Rurale.

COMMUNE	Pop. 1998	Pop. rurale	Taux rural (%)	POP. 2008	Pop. rurale	Taux rural (%)
H/BOUGHRARA	10 322	6 754	65,4	11 355	7 480	65,4

La population rurale est composée généralement de la population des centres agglomérés et des zones éparses. Elle est passée de 10 322 en 1998 à 11 355 habitants en 2008, soit une augmentation de 1 033 habitants. Par voie de conséquence, l'indice de ruralité est passé de 56,4 % en 1989 pour passer à 65,4 % en 2008.

1-7-3 STRUCTURE DE LA POPULATION PAR CATEGORIE D'AGE

L'analyse de la structure de la population est élaborée sur la base de la tendance constatée de l'évolution des données du **RGPH 1998**, qui nous fournit les tranches d'âge. Cela nous permettra d'extrapoler les résultats pour la période actuelle. En effet, l'observation de la structure de la population durant cette période fait apparaître une légère modification au niveau de la base, à savoir les populations à la naissance (04 ans). Ce groupe d'âge a connu une légère baisse par rapport au **RGPH 1987**, qui est due essentiellement à la politique de maîtrise démographique entamée depuis les années 80. Cette politique a eu un impact sur les indices démographiques comme l'indice de fécondité qui est de 2,3% et le taux de natalité qui a connu des baisses significatives. Bien que cette tranche d'âge demeure importante avec une concentration de 10 % de la population totale. Autres caractéristiques démographiques liées à la tendance de vieillissement de la population, en effet la population âgée de plus de 60 ans qui ne représentait dans les années 80 que 6% seulement, elle est passée à 11% ce qui dénote l'amélioration de l'indice de l'espérance de vie, avoisinant les 75 ans. La population active théorique (tranche comprise entre 16-65 ans) demeure prédominante avec 66 % de la population, ce qui explique l'importance de la forte demande d'emploi. Cependant, la question qui se pose, est-ce-que, cette zone est-elle en mesure de faire face aux besoins de leurs populations, compte tenu de leurs potentialités économiques qui sont souvent très vulnérables. En plus des besoins d'emploi et du logement qui sont des éléments de base de la stabilisation des populations dans le monde rurale, les équipements de proximité (santé, scolarisation, sportifs, etc.) sont aussi importants au vu de l'importance de la tranche d'âge comprise entre 6-15 ans, soit environ 20% de la population totale (**Anonyme, 2010**).

1-7-4 DENSITES DE POPULATION (HABITS/KM²)

Actuellement, la commune de "*Hammam Boughrara*" s'étend sur une superficie de 160,90 Km² et compte, une population de 11 355 habitants (**RGPH, 2008**), soit une densité moyenne de 70 habits/km². Cette dernière poursuit légèrement sa progression par rapport à 1998 (64 habts/Km²) et 1987 (60 habts/Km²). Ainsi, la pression démographique sur l'espace tend à s'amplifier dans le temps, mais elle reste en deçà des moyennes observées des wilayas et de la région Nord-Ouest du pays.

Tableau N° 18 : Densité de Population.

COMMUNE	POP. 1987	POP. 1998	POP. 2008	Superficie Km ²	Densité 1987	Densité 1998	Densité 2008
HAMMAM BOUGHRARA	9 729	10 322	11 355	160,90	60	64	70

1-7-5 POPULATION OCCUPEE

En raison de l'indisponibilité des données récentes et fiables de l'emploi, notre analyse s'est portée sur les résultats exhaustifs des deux **RGPH 1987** et **1998**, en attendant la publication des résultats du dernier **RGPH 2008**. Durant la période 1987-1998 le nombre des occupés est resté le même par 1745 occupés. En 1998, la répartition de l'emploi par branche d'activité fait apparaître une évaluation des occupés dans le secteur agricole de **387** emplois à travers la commune, soit une perte de 278 emplois par rapport aux données de 1987. Cette régression du secteur primaire confirme, encore une fois, la tendance de dépeuplement des zones éparses au profit des centres agglomérés. La part du secteur agricole est passée de 5,9 % en 1987 à 5,5 % en 1998. Cela peut être expliqué par la dégradation des conditions naturelles (sécheresse, désertification, érosion, rareté et concurrence sur les ressources hydriques existantes, un abandon des terres causé par les conjonctures sécuritaires, etc.). Les efforts consentis en matière de politique du renouveau rural, à elle seule, semblent, à ce jour, insuffisants, pour relever ce défi en cette zone.

Le taux de chômage moyen est évalué par les services de planification (DPAT) de la wilaya à **11,49 %** pour l'année 2007, ce qui dénote un taux légèrement baisse par rapport à la moyenne régionale (13,14 %).

Tableau N° 19 : répartition de l'emploi

COMMUNE	POP 1987	Emploi 1987	Taux Charge	Dont agricole	POP 1998	Emploi 1998	Taux Charge	Dont agricole	POP 2008	Estim. Emploi 2008	Estim. Tx de chômage
HAMMAM BOUGHRARA	9 729	1 745	5,5	665	10 322	1 745	5,9	387	11 355	2 286	11,49

En conclusion, le secteur agricole reste toujours dominant, malgré le mouvement de la population épars, qui a gardé en fait leur activité.

1-7-6 ARMATURE RURALE DU MASSIF

1-7-6-1 Appréciation de la population épars

Hammam Boughrara reste très attachée à la vie en milieu épars, avec un indice d'épars 22,40 %.

Tableau N° 20 : la population épars.

Commune	POP 1987	ZE 1987	TX Epars 1987	POP 1998	ZE 1998	TX Epars 1998	POP 2008	ZE 2008	TX Epars 2008
HAMMAM BOUGHRARA	9 729	2 180	22,40	10 322	2 313	22,40	11 355	2 561	22,56

1-7-6-2 Appréciation des indices de développement rural du MARA

L'analyse de la ruralité est approchée également à partir des indices de développement, définis dans le cadre de la stratégie de développement rural durable par le Ministre Délégué au Développement Rural (Renouveau rural, 2006).

Un certain nombre d'indices de développement rural, permettent de nous renseigner sur les conditions socio-économiques de la commune. Le plus important de ces indices est donc l'indice de développement rural durable (**IDRD**) qui est analysé à partir de l'observation de sa valeur qui varie de la valeur "1" (développement satisfaisant) et tend vers la valeur "0" qui exprime un niveau de développement tout à fait négatif. Pour mieux affiner les déficits pour les différents domaines de développement retenus et d'apprécier les actions à mettre en œuvre, on doit examiner les différents sous indices, notamment, l'indice de développement rural durable (**IDRD**), l'indice de développement humain et social (**IDHS**), l'indice de développement de la santé (**IDS**), l'indice de développement de la scolarisation (**IDED**), l'indice de cadre de vie (**ICV**) et l'indice de développement de l'économie rurale (**IDER**).

Les résultats de cette analyse pour notre zone présentent un indice global de développement durable (**IDRD**) pour la commune légèrement supérieur à la moyenne, soit 0,621. A titre indicatif, l'indice ICV, symbolisant les conditions de vie dans la commune, montrent une situation relativement satisfaisante, soit 0,960. Par contre celui relatif au développement économique rural (**IDER**) reste très faible (0,383). Les enseignements à tirer de ces indices confirment les conditions réelles de la commune. Ils permettent également d'évaluer les efforts et l'urgence d'intervention pour mieux stabiliser la population locale. Certes, les actions d'ordre social sont en général très satisfaisantes, mais les sources de revenus et les richesses ne sont exploitées à leur seuil optimal. L'analyse laisse dégager un niveau de développement équilibré pour l'ensemble des indices de développement élaboré par le document relatif au "renouveau rural".

Tableau N° 21 : Indices de Développement

Commune	IDRD	IDHS	IDS	IDed	ICV	IDER
H/ BOUGHRARA	0,621	0,668	0,500	0,488	0,960	0,383

1-7-7 OCCUPATION DU SOL

Le territoire de la commune de Hammam Boughrara est caractérisé par une occupation du sol qui épouse les différentes unités géomorphologiques citées auparavant.

En effet on retrouve des forêts, couvrants les versants des monts qui entourent la commune surtout à l'extrême Nord Ouest et Ouest.

La forêt occupe une superficie de 1739 ha, soit 10 % de la superficie totale de la commune.

Les cultures annuelles couvrent la majeure partie du territoire, en particulier les plateaux.

La surface agricole utile compte une superficie de 9502 ha soit 59 % de tout le territoire et 49 % de la SAU.

L'arboriculture rustique couvre une superficie de 169 ha, se localisant autour des agglomérations.

Les terres irriguées se localisent essentiellement au niveau des vallées et rives de Oued Mouilah et de la Tafna. Occupant une superficie de 549 ha, elles sont utilisées en général pour les cultures maraichères.

Tableau N° 22 : Répartition de la SAU en ha

Dispersion	Superficie cadastrale	Céréales	Légumes secs	Maraichage	Vignoble	Fourrage	Arb-fruitière	Arb-rustique	jachère
S.A.U (ha)	9882	4930	414	544	9,50	867	169	40	2908,5
%	100	49,90	4,20	5,50	0,09	8,77	1,71	0,40	29,43

Du point de vue occupation du sol agricole, les cultures annuelles sont dominantes. Dans la vallée, les cultures sont diversifiées.

1-7-7-1 Consistance de la SAU

C'est une approche assez indicatrice sur la comparaison entre potentialités et exploitation des terres avec identification des spéculations qui dominent et arrivent à imposer une vocation dans la commune. En comparant juste deux spéculations déterminantes que sont les cultures annuelles et les cultures pérennes il est possible de tirer des enseignements utiles sur le niveau d'exploitation des terres selon leurs caractéristiques (tableau N° 23).

Tableau N° 23 : Répartition de la SAU

Communes	S.A.U (Ha)	Cultures pérennes		Cultures Herbacées	
		Total (ha)	(%)	Total (ha)	(%)
H/ BOUGHRARA	9 502	190	0,02	3 040	0,32

1-7-7-2 Principales productions végétales

L'analyse critique de cette situation synthétisée en groupe de spéculation donne un aperçu sur l'exploitation des potentialités des différents espaces dans la commune. Une classification sommaire selon la superficie occupée permet de tirer les enseignements suivants :

- ♣ La vocation première découlant de l'occupation actuelle des terres est la céréaliculture ;
- ♣ La deuxième vocation actuelle est la jachère qui occupe près du tiers de la SAU et qui joue un rôle très important dans le système de culture ;
- ♣ L'arboriculture fruitière est la troisième occupation des terres ;
- ♣ Les cultures maraîchères et les légumes secs sont à la quatrième place et ne représentent que 6% alors qu'ils constituent la base alimentaire et doivent occuper tous les sols profonds et à forte capacité de rétention en eau ;
- ♣ Les fourrages et le vignoble sont à la cinquième place et n'arrivent pas à imposer leur vocation par leur utilité malgré leur intérêt reconnu en zone de pente et d'altitude.

Certes, la tendance de la diversification dans l'occupation des sols est vivement recherchée pour l'équilibre des revenus des ménages ruraux ; néanmoins cette diversification varie avec la majorité des terres conduites en mode traditionnel, selon l'assolement biennal (jachère-céréales).

1-7-7-3 Productions Végétales

Tableau N° 24 : Les productions végétales de notre zone d'étude.

COMMUNE	S.A.U (Ha)	Céréales %	F + L.S %	Vignes %	Arboriculture %	Maraîchère %	Jachère %
H/ BOUGHRARA	9 502	23,15	7,14	0,15	1,68	1,70	66,17

1-7-7-4 La disponibilité des terres

Pour une population estimée à 11 355 habitants en 2008 et une SAU de 9 502 Ha, le ratio est évalué à 0,83 Ha/habitant.

Tableau N° 25 : Disponibilité des terres

COMMUNE	POP. 2008	S.A.U	Disponibilité
H. BOUGHRARA	11 355	9 502	0,83

1-7-8 L'IRRIGATION

Sur une SAU de **9 502** ha, le ratio moyen d'irrigation est de 2,5 %, soit relativement inférieur à la moyenne nationale (5%). la commune est relativement mieux dotées en ressources hydriques. c'est une zone qui enregistrent un faible taux d'irrigation. C'est un signe d'une agriculture encore retardataire et traditionnelle avec ses imperfections et ses faibles rendements.

Par ailleurs, comme partout dans le secteur de la petite et moyenne hydraulique, ce faible niveau de l'irrigation peut s'expliquer par :

- ◆ Le prix de l'équipement hors de portée des agriculteurs et de son fonctionnement ;
- ◆ Un manque de vulgarisation des techniques d'irrigation peu consommatrices d'eau ;
- ◆ Un investissement lourd pour la mobilisation et l'acheminement de l'eau en terrain accidenté.

1-7-8-1 Ratios d'irrigation

Tableau N° 26 : Ratios d'irrigation

COMMUNE	S.A.U (ha)	Sup. Irriguée (ha)	Ratio (%)
HAMMAM BOUGHRARA	9 502	241	2,5

1-7-9 LES PARCOURS ET PACAGES

Comme on peut le constater, à travers les statistiques de la commune, la charge animale au niveau du massif est de huit (8) équivalents-ovins/ha, ce qui exprime une forte pression de l'élevage des parcours et ses conséquences sur l'état de dégradation du couvert végétal.

Tableau N° 27 : Parcours et bilan fourrager

COMMUNE	Parcours & pacage (Ha)	Disponibilités fourragères	(UF) Cheptel (éq/ovin)	Besoins fourragers (UF)	Taux de satisfaction (%)
HAMMAM BOUGHRARA	00	00	9 005	3 151 750	00

N.B : (Norme de la ration alimentaire d'un équivalent-ovin = 350 UF; Production d'un Ha de parcours = 200 UF/Ha).

Notons, que les limites administratives de la commune n'a aucun effet sur le mode de conduite de l'élevage en montagne et par conséquent sur la charge animale. Les troupeaux circulent librement en fonction de la remonté biologique et des capacités nourricières des sols. Toutefois, une analyse de l'état des parcours et de la situation fourragère par commune mérite d'être abordée d'une manière succincte.

1-7-10 L'ELEVAGE

L'élevage constitue l'activité agricole la plus répandue dans les exploitations de la commune. Au niveau des petites exploitations, l'élevage représente la caisse d'épargne des ménages. D'une manière générale, cet élevage reste encore traditionnel (extensif). Les éleveurs sont généralement des agriculteurs ne possédant que quelques ares ou au maximum moins de cinq (05) hectares, tous les éleveurs pratiquent le pacage illicite d'où le faible rendement en viande car le troupeau parcourt des distances dépassant souvent 10 km par jour. Etant donné le problème du foncier, le cheptel a tendance à exercer une pression de plus en plus importante sur les espaces agricole et forestier avec toutes les conséquences qui en découlent. La charge d'élevage moyenne réelle dépasse les cinq (05) ovins par hectare alors que la norme (en tenant compte des potentialités) ne doit pas dépasser les 0,25 à 0,50 ovins par hectare d'où une surcharge pastorale destructrice des sols et de la végétation (**Anonyme, 2010**).

Tableau N° 28 : Elevage dans la commune

Commune	Ovins (têtes)	Bovins (têtes)	Caprins (têtes)	Aviculture (Cap. installée)	Apiculture (Ruches)
H/ BOUGHRARA	5 040	475	1 250	96 980	710

1-7-11 BIODIVERSITE

L'analyse de la biodiversité dans la commune de Hammam Boughrara a été effectuée selon une approche écosystémique, cette démarche est une méthode de gestion où les terres, l'eau et les ressources vivantes sont intégrées afin de favoriser la conservation et l'utilisation durable des ressources naturelles et respecter les interactions dans les écosystèmes dont l'être humain dépend dans cette approche toutes les parties d'un écosystème sont liées.

1-7-11-1 Le potentiel forestier

La forêt, milieu vivant et richesse naturelle inépuisable, sa constitution et sa répartition géographique jouent un rôle très important notamment, dans la protection de la nature contre les phénomènes d'érosion, et la préservation de la biodiversité.

La commune compte **635** ha de forêts, localisées essentiellement au niveau de la partie Nord de la Wilaya de Tlemcen. L'analyse de la couverture forestière permet de tirer quelques enseignements relatifs aux taux de boisement, de l'ordre de 3,80 % (voir tableau N° 29) alors que la norme d'un bon équilibre écologique de l'écosystème devrait avoisiner les 25%. Cela sous entend, la nécessité des efforts considérables pour la protection des terres menacées par l'érosion hydrique.

Tableau N° 29 : Couverture Forestière.

Commune	Superficie en Ha		Taux de boisement %
	Totale	Forêt	
HAMMAM BOUGHRARA	1 6 090	635	3,80

1-7-11-2 Productions Sylvicoles

En raison du faible potentiel sylvicole à travers la commune, voir quasiment nul dans cette certaines unités géographiques, les productions enregistrées sont essentiellement le bois de feu, obtenu par lors des coupes périodiques. Ces productions, difficiles à estimer, coïncident souvent avec des opérations sanitaires telles que l'Eucalyptus et les Pins d'Alep.

1-7-11-3 Potentiel écologique

Tous les écosystèmes de la région d'étude se caractérisent par leur fragilité imposée tant par les facteurs climatiques (sécheresse prolongée, faiblesse et irrégularité des précipitations, forte amplitude thermique) et les pressions anthropozoogènes quasi-permanentes. Les écosystèmes forestiers se trouvent en lutte perpétuelle avec les pressions humaines où dominant les parcours, les incendies, les coupes et les défrichements. Cela se traduit par une structure et une composition floristique tendant vers l'équilibre avec les facteurs naturels et humains du milieu et bien sur par une érosion marquée de la biodiversité.

Du point de vue végétation la commune est caractérisé par :

- ◆ Des formations pré-forestières ;
- ◆ Des matorrals ;
- ◆ Des formations basses ;
- ◆ Des cultures pérennes ;
- ◆ Des cultures annuelles ;
- ◆ Des espèces spontanées.

CHAPITRE III

ANALYSE DES AMÉNAGEMENTS ANTIÉROSIFS



I- INTRODUCTION

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

♣ le climat méditerranéen agressif à saisons contrastées :

- ◆ Etage bioclimatique : semi aride à hiver tempéré ;
- ◆ Les fortes précipitations ont généralement quand le sol est découvert (Décembre à Mars) ;
- ◆ Les vents sont plus ou moins modérés ;
- ◆ Présence de siroco pendant les mois de juillet et Août ;
- ◆ Le phénomène de gelée blanche est fréquent en hiver avec un risque de gelée printanière.

♣ les pentes généralement fortes (supérieures à 20 %) ;

♣ la dégradation et la disparition du couvert végétal protecteur ;

♣ la dominance du faciès lithologique facilement érodable et l'absence de techniques culturales adaptées.

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

II- LA DEGRADATION DES SOLS DE LA COMMUNE

Le sol de la commune est caractérisé principalement par les régosols sur terrain marneux et dans une moindre mesure des lithosols et les régosols qui colonisent les versants à forte pente avec une profondeur ne dépassant qu'exceptionnellement les 30 cm ; ils sont occupés essentiellement par l'agriculture. D'une manière générale, ces autres formations lithologiques regroupent en 4 catégories :

♣ Les formations carbonatées compactes qui constituent l'essentiel des principaux sommets ; il s'agit de calcaire Jurassique où se développent des sols jeunes de type rendzine calcaire et des sols fersialitiques en voie de recarbonatation ;

♣ Les formations carbonatées tendres, essentiellement marnes et argiles sont les plus répandues et desquelles dérivent des vertisols plus ou moins salins et plus ou moins sableux, ces sols sont prédisposés à l'érosion qui se manifeste en linéaire ou en masse ;

♣ les formations non carbonatées, les sols qui s'y développent sont rapidement décarbonatés, souvent acides et fortement lessivés en surface. Il s'agit dans la plupart des cas de sols fersialitiques.

♣ les formations quaternaires fournissent deux grands types de lithologie :

◆ Les formations d'origine éolienne et les formations alluviales où dominent des processus de confinement donnant des accumulations calcaires et des phénomènes pédogénétique à l'origine des paléosols.

◆ Les formations alluviales se rencontrant dans les vallées sous forme de terrasses.

Tous les sols de la zone se caractérisent par une faible profondeur, un taux de calcaire élevé, un faible taux de matière organique et une forte proportion d'argile ou de sable. Ce sont, donc, des sols très pauvres du point de vue composition physico-chimique caractérisés par un affleurement rocheux souvent superficiel (généralement inférieur à 50 cm) entravant toute mise en valeur et une texture à dominance argile et limon (sols lourds et instables), ils appartiennent à la classe des sols bruns calcaires et des vertisols par des lithosols, les régosols et quelques rendzines. Quant aux versants médians des reliefs élevés, les bas versants et collines, on y trouve des sols minéraux bruts d'où la forte exposition au phénomène de l'érosion. Sur les parties basses des collines et au contact de la plaine, les sols bruns rouges sont prépondérants et l'on trouve secondairement des vertisols et des sols alluviaux.

Globalement, les formations carbonatées dures et quelques formations volcaniques. Les formations non carbonatées forment les enclaves occupées par une végétation calcifuge. Par contre, les formations du Quaternaire sont fréquentes et diversifiées justifiant comme témoin les fluctuations climatiques anciennes. La vitesse d'altération des versants est de l'ordre de 8 à 17 mm/an, soit un charriage solide évalué entre 90 à 200 t/ha/an, générant un risque majeur sur la dégradation du potentiel productif et le développement durable d'une manière générale (Anonyme, 2010).

III- LA DEGRADATION DE LA BIODIVERSITE

La commune, objet de notre étude constitue une entité géographique qui se distingue par des contraintes écologiques ayant des répercussions sur la vie socio-économiques des populations. Ces contraintes sont essentiellement :

- ♣ Un climat à tendance semi-aride avec une diminution des précipitations, une fluctuation des précipitations entre 250 et 400 mm ;
- ♣ Une tendance à la torrencialité des précipitations se traduisant par une intensité assez forte avec ses conséquences sur la végétation et le sol, (Des sols assez superficiels et squelettiques de type rendzines et une texture à dominance argile et limon) ;
- ♣ Une rupture de l'équilibre écologique encouragée par les aléas tant climatiques qu'édaphique auxquels doit s'ajouter une occupation du sol en inadéquation avec les potentialités ;
- ♣ Une vocation forestière imposée par les caractéristiques orographiques du terrain mais où domine l'agriculture traditionnelle et l'élevage ;
- ♣ Des formations forestières totalement dégradées avec dominance des formations basses de faible densité ;
- ♣ Un abandon de l'arboriculture (abondance d'olivier) au profit de l'extension de la céréaliculture avec ses faibles rendements et son impact sur le sol et l'accélération de l'érosion ;
- ♣ Une faiblesse des ressources en eau et un réseau hydrographique très dense imposé par un relief à énergie très chahutée ;
- ♣ L'élevage reste une activité très présente malgré la fragilité des écosystèmes et la faiblesse des ressources en eau. Le nombre d'équivalent ovin est estimé à une charge pastorale moyenne par hectare de 1,5 alors que théoriquement il ne doit pas dépasser 0,5/ha d'où un surpâturage avec toutes ses conséquences ;
- ♣ Une dégradation du potentiel écologique a pour origine principalement l'érosion hydrique, le défrichement, le surpâturage, les incendies, etc., qui entravent la mise en place d'une stratégie de conservation de la nature dans ces régions montagneuses déshéritées.

Tableau N° 30 : Impacts environnementaux et risques majeurs.

Communes	Sismique	Inondation	Glissement	Erosion	Incendie	Pollution	Industriel
H/ BOUGHRARA	IV	+	0	0	0	-	-

NB :

- IV (Echelle sismiques Richter).
- Le signe (+) indique un niveau de risque élevé.
- Le signe (0) indique un niveau de risque moyen.
- Le signe (-) indique aucun risque à signaler.

Le traitement de ce fléau relève d'une importance capitale, ce qui est l'origine de l'expérimentation de multiples processus techniques, variant d'une région écologique à une autre. Ainsi, sur le territoire de la commune de "Hammam Boughrara", la dynamique érosive actuelle représente un obstacle majeur pour la mise en valeur des milieux, conditionnée par de nombreux facteurs défavorables qui contribuent à rendre la zone sensible et fragile. Ces derniers ont été résumés en dessus (voir introduction de la troisième partie).

Face à cette situation l'état a entrepris une large gamme de solutions aux problèmes posés. Parmi elle, un programme de développement rural intégré qui ont été lancé depuis 1994.

IV- BILAN DES REALISATIONS 1994 AU 1998 (Source circonscription de Maghnia)**4- 1 FICHE D'INSCRIPTION DES GRANDS TRAVAUX**

N° de l'opération : ND 5.227.1.265.740.0.3

Intitulé : Grands travaux de protection du barrage de H.Boughrara

Montant de marchés :

ORDF : 137.208.358.00 DA	}	TOTAL : 277.660.333.94 DA
EMIFOR : 140.451.975.94 DA		

Nature de l'action	AP inscrite 1.000 DA	AP engagée 1.000 DA
1. Etude	17.800	Néant
2. Travaux :		
Correction torrentielle	56.500	56.500
Amélioration foncière	14.000	14.000
Fixation des berges	37.500	37.500
Reboisement	113.000	113.000
Plantation rustique	23.500	23.500
Ouverture de piste	14.000	14.000
Travaux sylvicoles	18.800	18.800
Point d'eau	800	800
3. Véhicule utilitaires	2.400	-
Total	298.300	278.100

4-2 OBJECTIF DU PROGRAMME

- ✓ Diminuer l'activité de l'érosion linéaire (ravinement) qui connaît une ampleur remarquable ;
- ✓ Réduire les risques de glissement et d'éboulement qui menacent continuellement la route national N° 7 ainsi que le village de Tafna ;
- ✓ Protection du barrage de hammam Boughrara contre l'envasement ;
- ✓ Mise en valeur des terres situées au niveau du bassin versant ;
- ✓ Amélioration et accroissement des potentialités agricoles ;
- ✓ Désenclavement de la population pour éviter l'exode rural ;
- ✓ Création d'emploi au niveau de la commune.
- ✓ Développement de la zone frontalière.

4-3 REPARTITION DES ACTIONS DANS LA COMMUNE DE H. BOUGHRARA (PROJET GRAND TRAVAUX) DU 1994 AU 1998

Les types d'ouvrage installés sont :

- Les seuils en pierres sèches ;
- Les seuils en gabions ;
- Les seuils en pneus usagers.

4-3-1 FIXATION DE BERGE

Pour renforcer les procédés mécaniques (seuils) et lutter contre tout affouillement des berges, un procédé biologique a été appliqué. Les espèces qui ont été planté sont :

- L'Agave le long de la route national N° 7 ;
- L'Atriplex le long des ravins
- L'Acacia et le Cyprès sur le cours d'eau principal ;
- Le Tamarix sur le lit des talwegs ;
- L'Opuntia sur les versants (Ouest).

4-3-2 LE REBOISEMENT

Son but regroupe deux actions d'une part est la protection du sol contre l'érosion et d'autre part est la reforestation de la forêt et la production du bois, ils ont utilisées les espèces suivantes : Le pin d'Alep et le Cyprès vert.

4-3-3 LA PLANTATION RUSTIQUE

Ils ont planté l'Olivier, l'Amandier et le Figuier, l'arboriculture joue un rôle efficace contre les agents de la dégradation du sol.

4-3-4 AMELIORATION FONCIERE (ROOTAGE)

Il a été réalisé pour rompre la croûte calcaire et permettre aux sols de s'aérer et d'absorber plus d'eau.

4-4 IMPACT DES ACTIONS SUR LES POPULATIONS RURALES

4-4-1 PLANTATION RUSTIQUE

commune	Nombre de bénéficiaire	Superficie (Ha)	observation
H. Boughrara	48	240	Amandiers, abricotiers

4-4-2 BILAN DE L'EMPLOI INDUIT PAR LA COMMUNE

Daïra	Commune	Nombre de journée travaillée	Emploi créé
Maghnia	H. Boughrara	29.432	145
	Emploi prévus : 600	Emploi créés : 1 526	Taux : 25,4%

4-5 MISE EN ŒUVRE DU PROGRAMME GRANDS TRAVAUX

4-5-1 PROTECTION DES RESSOURCES NATURELLES

- ❖ Superficie traitée : 11000 ha 10% de la superficie totale

4-5-2 IMPACT MACRO-ECONOMIQUE

- ❖ Nombre de ménages ayant bénéficiés de ce programme : 434
- ❖ Nombre de bénéficiaires :
 - ✓ Plantation rustique : 188
 - ✓ Amélioration foncière : 246
- ❖ Nombre d'emploi créés en équivalent emploi permanent : 1526

4-5-3 DEVELOPPEMENT DES INFRASTRUCTURES RURALES

- ❖ Développement en Km : 50

4-5-4 EXTENSION DE LA SAU

- ❖ Amélioration foncière : 1000 ha

4-6 TRAVAUX PROJET EMPLOI RURAL

4-6-1 INTRODUCTION

En 1996, le gouvernement algérien a initié un projet d'emploi rural, avec l'assistance de la banque mondiale, ce projet a pour but de développer des emplois ruraux à travers la réalisation des infrastructures agricoles et de protection de l'environnement

Les activités du projet ciblent des travaux à haute intensité de main d'œuvre dans les périmètres ruraux, dans ce projet, l'accent est mis sur la protection de l'environnement et des structures et les potentialités des terres publiques et privées, les interventions prévues sur les terres privées visent aussi bien la promotion de la protection agro-écologique que l'augmentation et la diversification des productions.

Ces interventions encouragent également la substitution des cultures les plus vulnérables à l'érosion.

4-6-2 BILAN DES REALISATIONS RECAPITULATIVES P.E.R 1997/2005

Action	Volume prévu	Volume réalisé
Correction torrentielle	60095 m ³	60095 m ³
plantation fruitière	3589 ha	3589 ha
Amélioration foncière	15849 ha	15849 ha
Ouverture de pistes	40 Km	40 Km
Aménagement de piste	50 Km	50 Km
TN reboisement	500 ha	500 ha
Aménagement de source	04 u	04 u
Réfection de banquettes	213 ha	213 ha
Fixation de berges	22 Km	22 Km
Plantation viticole	30 ha	30 ha
Brise vent	04 Km	04 Km

4-6-3 COMPOSANTE FEMME RURALE

Daïra	Commune	Action	Nombre de femme rurale
Maghnia	H. Boughrara	Aviculture	38
		Broderie	10
		Total	48

4-6-4 PROGRAMME PREVISIONNEL 2005/2009

4-6-4-1 Lutte antiérosive en terrains agricoles

Action	Objectifs globaux 2005/2009	2005	2006	2007	2008	2009
Correction torrentielle	10000 m ³	2000 m ³	20000 m ³	20000 m ³	20000 m ³	20000 m ³
Plantation rustique	5000 ha	1000 ha	1000 ha	1000 ha	1000 ha	1000 ha
Réfection des banquettes	50 ha	-	-	50 ha	-	-
Amélioration foncière	3000 ha	600 ha	600 ha	600 ha	600 ha	600 ha
brise vent	100 km	20 km	20 km	20 km	20 km	20 km
Fixation de berges	200 ha	40 ha	40 ha	40 ha	40 ha	40 ha
Populiculture	100 ha	20 ha	20 ha	20 ha	20 ha	20 ha
Aménagement de pistes	180 km	20 km	20 km	200 km	20 km	20 km
Travaux sylvicoles	800 ha	-	200 ha	200 ha	200 ha	200 ha
Aménagement de point d'eau	02 U	-	02 U	-	-	-
T.N Reboisement	500 ha	-	500 ha	-	-	-

4-6-4-2 Renforcement institutionnel

Nature	Objectifs globaux 2005/2009	2005	2006	2007	2008	2009
Construction de discret avec logement d'astreint	03u	-	01u	01u	01u	-
construction d'une brigade forestière	01u	-	01u	-	-	-

4-6-5 MISE EN ŒUVRE DU PROGRAMME PREVISIONNEL**4-6-5-1 Indicateurs d'évaluation**

- ✓ Nombre d'emploi à créer : 704350 journées de travail soit : 3200 emplois permanent ;
- ✓ Nombre de bénéficiaire : 1610 ;
- ✓ Extension de la SAU : 3000 ha ;
- ✓ Superficie à traiter : 12000 ha ;
- ✓ Désenclavement en KM : 100 km ;
- ✓ Dynamisation et création d'entreprise : plusieurs nouvelles entreprises vont être créés.

4-6-5-2 Renforcement institutionnel

- Nombre de siège de districts à construire : 03
- Nombre de brigades à construire : 01

4-6-5-3 Mise en œuvre du P.E.R**4-6-5-3 1 Impact macro-économique de PER**

Nombre d'emploi crée en équivalent emploi permanent :

- 492233 journée de travail \longrightarrow soit 307 emplois permanent / an

4-6-5-3-2 Envergure du P.E.R

Nombre de Fellah ciblé : 2524

Extension de la SAU : 1549 Ha

Protection des ressources naturelles :

Superficie traitée : 20000 Ha

Plantation forestier : 522 Ha

Réfection des banquettes : 213 ha

Malheureusement, toutes les actions multiformes engagées pour protégé le sol contre l'érosion et l'envasement du barrage n'ont pu aboutir, ni obtenir les résultats escomptés. Les différents politiques menées à ce jour, se basant essentiellement sur une planification conjoncturelle à moyen terme sans se soucier d'un développement durable et harmonieux. Les conséquences se traduisent par des incidences sur la préservation et la pérennité des ressources, sur la santé, le cadre de vie et la durabilité de l'économie initiées.

V- L'EVALUATION DE L'EFFICACITE DES TRAVEAUX D'AMENAGEMENT DANS LA COMMUNE DE H. BOUGHRARA

5-1 DESCRIPTION PHYSIQUE DES PROFILS PEDOLOGIQUES

Zone de H. Boughrara	Horizon	Couleur	Exposition	Pente	Date
Ravine	0 - 40	Jaunâtre	Est	20 %	18.04.2011
Accumulation du seuil	0 - 40	Jaunâtre	Est	25 %	18.04.2011
Sol nu	0 - 40	Brun	Est	15 %	18.04.2011
Sol avec couvert végétal	0 - 40	Brun foncé	Est	10 %	18.04.2011

5-1-1 ANALYSE PHYSIQUE

L'analyse du sol est un outil d'aide à la décision encore très peu et mal utilisée en Algérie, Ceci semble être du en partie à un manque d'informations et à une absence de concentration entre les demandeurs et les laboratoires d'analyses. Aussi a-t-il paru opportun de procéder à l'élaboration d'un guide permettant l'amélioration de la communication entre les différents opérateurs intervenant dans l'analyse du sol (HAMOUNI *et al.*, 2004).

Le préalable à toute analyse du sol est de connaître en premier lieu le but de l'opération afin de constituer les différentes déterminations à effectuer sur les échantillons du sol et les méthodes d'analyse qui leur sont effectuées, De ce fait, on distingue selon les objectifs visés, trois types d'analyses : Analyse de caractérisation ; de contrôle et de diagnostic. Dans notre cas l'analyse est effectuée pour diagnostiquer le degré de dégradation de la zone d'étude.

5-1-1-1 ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Les propriétés physiques du sol sont liées à sa texture. Elles jouent un rôle essentiel dans son aération et dans la vie des micro- organismes ainsi que dans la résistance à l'érosion et enfin dans sa perméabilité et son lessivage.

La texture est la composition granulométrique du sol après la destruction de tous les agrégats par dispersion des colloïdes floculés. L'analyse granulométrique a pour but de quantifier la pondéralité des particules et de définir la texture des sols.

L'analyse s'effectue selon la méthode internationale par tamisage à sec après lavage (NFP94 – 056 mars 1996).

5-1-1-1-1 Principe de l'essai

L'essai se base sur le traitement du refus au tamis, lavage, Séchage, tamisage à sec et puis le pesage des refus.

5-1-1-1-2 Mode opératoire (Voir annexe).

5-1-2 L'ANALYSE CHIMIQUE

5-2-1-1 DOSAGE DU CALCAIRE TOTAL

Le calcaire joue un rôle fondamental non seulement dans la nutrition des plantes mais encore dans la pédogenèse. Il conditionne l'évolution de la matière organique et la formation des argiles.

Nous avons utilisé la méthode volumétrique « Calcimètre de BERNARD » pour le dosage du calcaire total. La décomposition des carbonates était effectuée par Hcl à 10 % en prenant comme témoin le Ca CO₃.

5-2-1-1-1 Principe

Il s'agit d'une comparaison d'un volume de gaz carbonique (CO₂), dégagé sous l'action de l'acide chlorhydrique (HCl) par un poids de terre à analyser avec celui dégager dans les mêmes conditions de température et de pression par du carbonate de calcium pur :



5-2-1-1-2 Mode opératoire (Voir annexe).

Tableau N° 31 : Classification des sols en fonction de CaCO₃ (source laboratoire des travaux public ouest LTPO de Tlemcen)

% CaCo3	Terre
<5	légèrement pauvre en calcaire
5 à 10	peu calcaire
10 à 25	moyennement calcaire
25 à 50	Notablement calcaire
>50	Fortement calcaire

5-2-1-2 DETERMINATION DE LA TENEUR PONDERALE EN MATIERE ORGANIQUE

La teneur en matière organique est le rapport de la masse de matières organiques contenue dans un échantillon de sol et la masse des particules solides, par la méthode (NFP94-055). Ce qui permet d'apprécier la fertilité d'un sol.

5-2-1-2-1 Mode opératoire (Voir annexe).

Tableau N° 32: Classification des sols en fonction de la matière organique (Source laboratoire des travaux public ouest LTPO de Tlemcen)

Taux de matière organique %	Terre
<1	Très pauvre
1 à 2	Pauvre
2 à 4	Moyenne
>4	Riche

5-2-1-3 LE PH

L'expression « **pH d'un sol** » n'a pas d'autre signification physico-chimique que la mesure du pH d'une solution à l'équilibre avec un échantillon de sol mis en suspension dans le KCl, dans un rapport défini sol / solution.

Le pH est déterminé selon la méthode électrométrique (rapport 2/5).

5-2-1-3-1 Mode opératoire (Voir annexe).

5-1-3 Résultats et interprétations

5-1-3-1 Résultats

Les résultats des analyses physico-chimiques sont présentés dans le tableau N° 33.

Tableau N° 33 : Résultats analytiques des sols.

Station	Ravine	Accumulation du seuil	Sol nu	Sol avec couvert végétal
Profondeur	0- 40 cm	0- 40 cm	0- 40 cm	0- 40 cm
Granulométrie %				
Argile	54	54	11	15
Limon	31	27	20	21
Sable	14	17	41	35
gravier	1	2	28	29
Texture	Argilo- limoneuse	Argileuse	Limoneuse fine	Limoneuse fine
Calcaire total %	15,48	20,19	37,13	22,05
Sulfate	Nul	Nul	Nul	Nul
Matière organique	1,26	0,61	0,96	2,43
Carbone %	0,08	0,12	0,14	0,17
pH (Kcl)	7,56	7,47	7,80	6,67
Bleu de Mytilène	0,3	1,2	1,7	3,1

5-1-3-2 Interprétations

Pour les quatre présent d'échantillons, les sols sont à texture limoneuse à argileuse, et de pH basique au environ de **7,5**. Le taux de calcaire total est important dans le sol nu (**37.13%**), du en générale à la roche mère calcaire. Par contre dans les autres échantillons c'est presque égale avec une moyenne de **20 %**. En outre, l'analyse du bleu nous montre une importante absorption du sol à couvert végétal par rapport aux autres échantillons ce qui nous donne une idée sur la fertilité de ce dernier, ceci est du au taux de recouvrement végétal qui protège le sol contre les migrations des particules fine du sol. Les taux de matière organique sont très faibles, ce qui ne confère pas une bonne capacité de rétention au sol est une instabilité structurale.

5-1-3-3 Conclusion

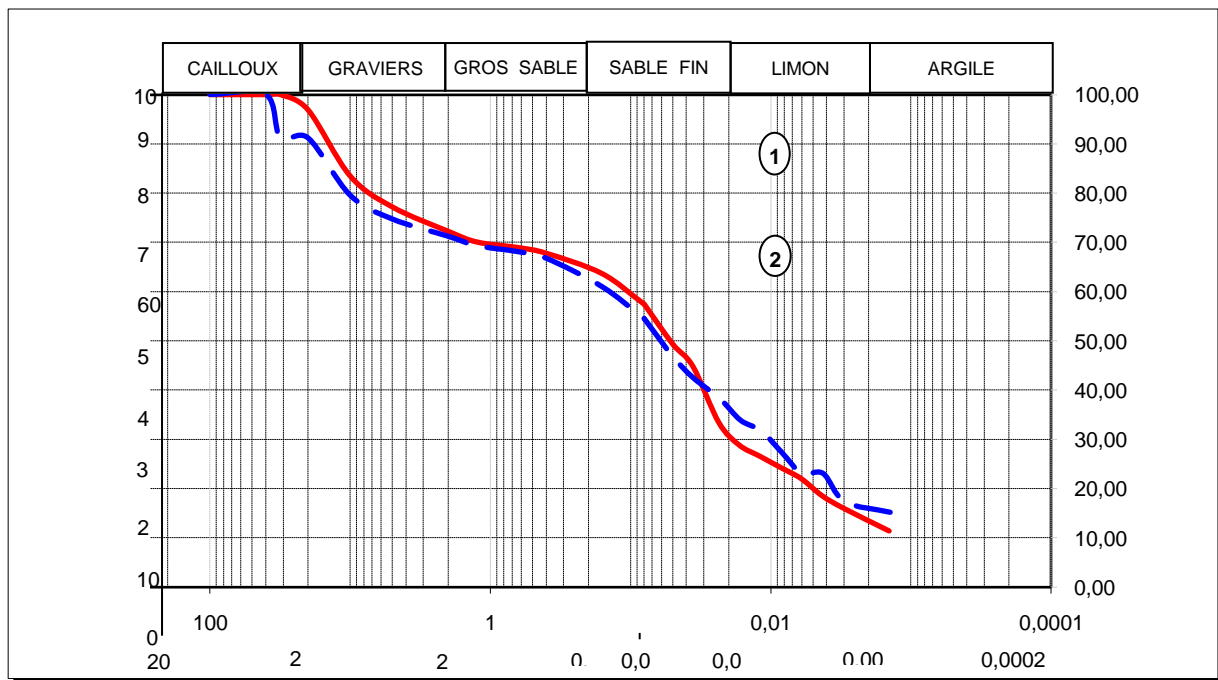
D'après les résultats d'analyse, nous enregistrons une dominance de sol limoneux qui provient des sols naturels développés sur les roches, ces sols constituent des bassins de réception torrentielle par excellence donnant des crues liquides important.

Les terres argileuses (marnes) sont dépourvues de cailloux faute d'être très sensible à la fissuration.

Selon **DURAN, 1954** les marnes donnent naissance à des ravines en forme de V, car leur résistance à l'érosion est relativement forte et ceci c'est qu'on a constaté dans notre zone d'étude (voir figure N° 17).

1- Ravine

2- Accumulation du seuil



1 - Sol nu

2 - Sol avec couvert végétal

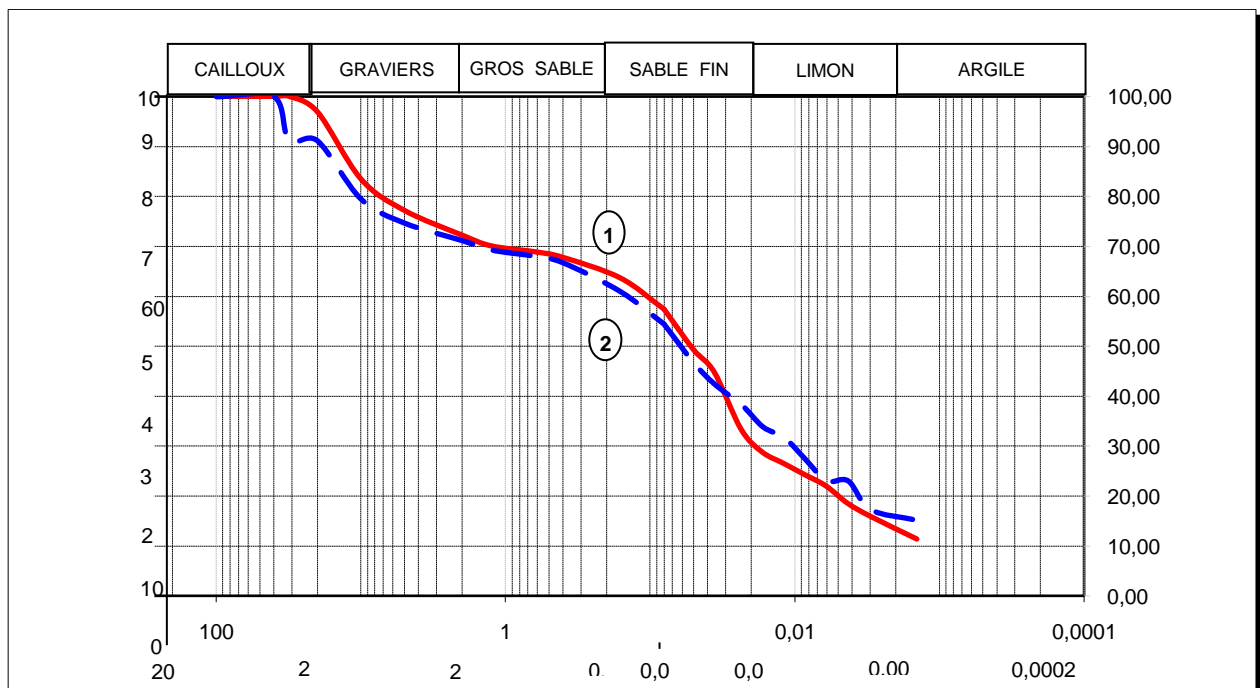


Figure N° 16 : Graphes représentant la granulométrie des quatre prises d'échantillons.

Les deux graphes nous cèdent l'allusion qu'il ya pas une grande différence entre les constituants texturaux pour les deux échantillons représentés dans chacun des deux graphes.

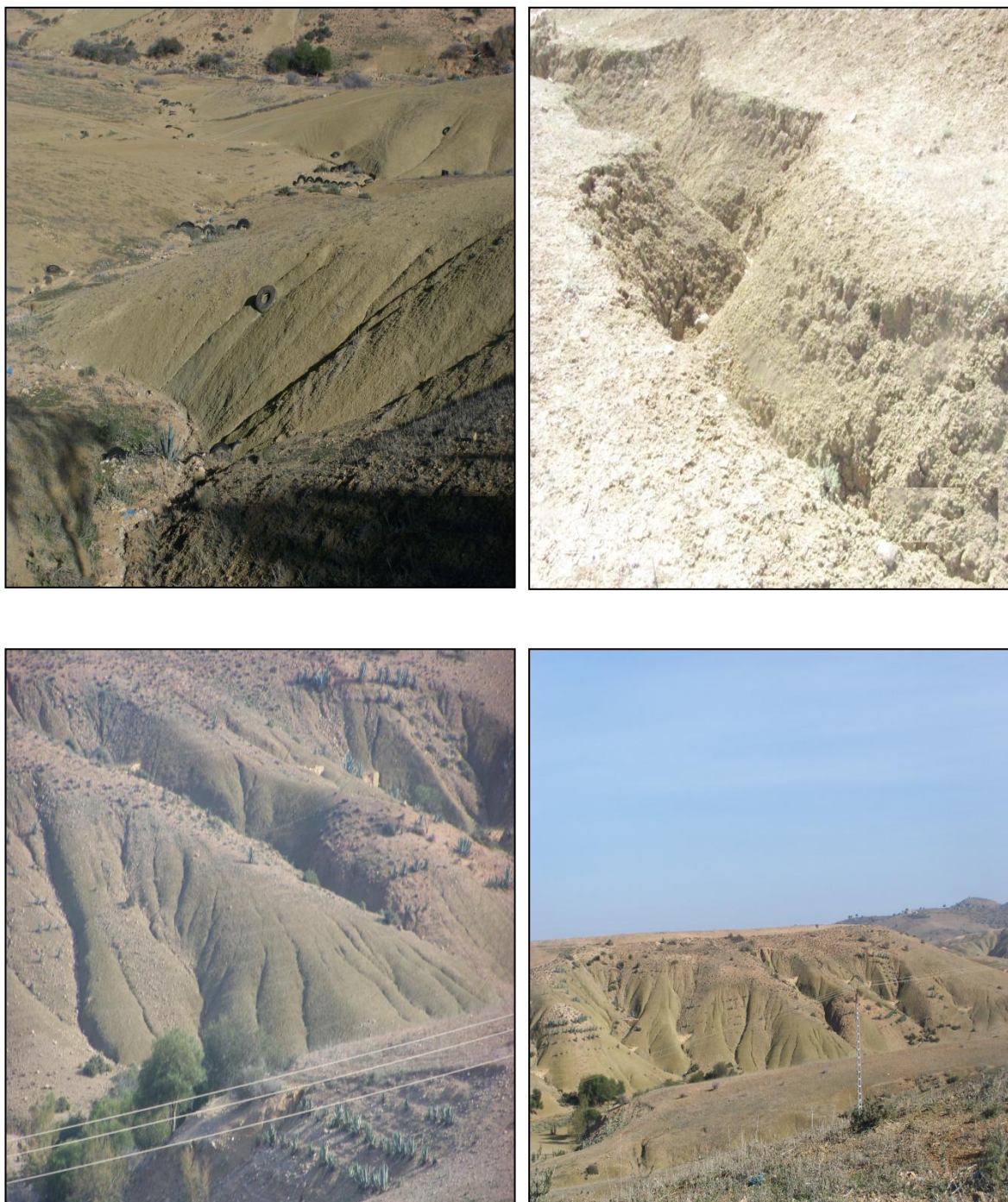


Figure N° 17 : Formation des ravinelements en V dans la zone d'étude (Novembre 2010).

5-2 LES ETATS DE SURFACE

Un test des états de surface des sols dans la zone objet de notre étude nous a permis de calculer le pourcentage de ses éléments (fissures, débris végétaux et couverture du sols par les pierres) par la méthode suivante :

Sur plusieurs parcelles de 1 m^2 , on pose un mètre rigide à 5 cm de haut du sol, on laisse descendre systématiquement un crayon à chaque intervalle de 10 cm horizontalement et verticalement et sur toute la surface du carré.

On prélève donc chaque élément (présence ou absence) sur 111 points d'intersection.

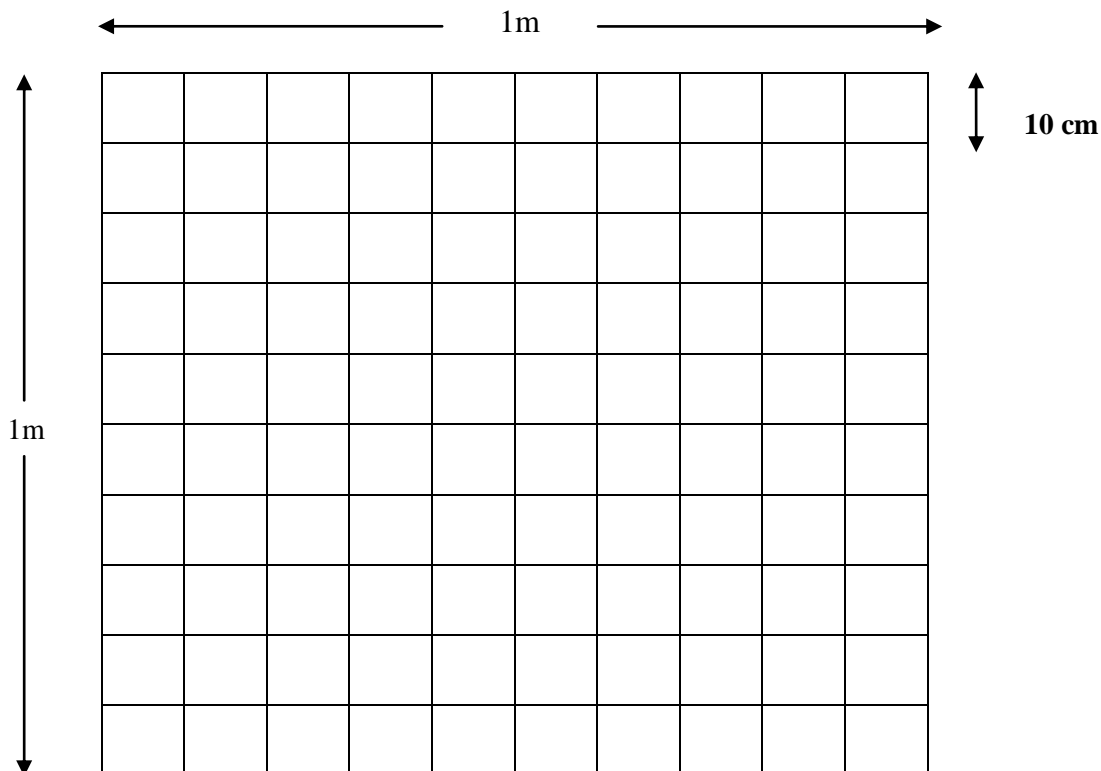


Figure N° 18 : Schéma représentatif d'un mode d'état de surface.

Pour mener notre analyse à bien on a utilisé les résultats de (ZEKRI, 2000) faite sur la même région et procéder a une comparaison avec nos résultats.

Les pourcentages moyens obtenus sur les terrains colluvionnaires sont :

Année d'analyse : 2000	Année d'analyse : 2011
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 20 % de fissures ; ✓ 85 % de débris végétaux ; ✓ 70 % de couverture du sol par les pierres. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 40 % de fissures ; ✓ 75 % de débris végétaux ; ✓ 72 % de couverture du sol par les pierres.

On remarque un taux important de fissuration qui s'est doublé avec 40 %, une diminution du pourcentage des débris végétaux et un taux presque égal de la couverture du sol par les pierres (voir figure N° 19).



Figure N° 19 : Lieu de la réalisation des états de surfaces dans un terrain colluvionnaire (Mars 2011).

Sur les marnes le pourcentage de fissuration est de 50 % et les taux de débris végétaux et la couverture de la pierre est faible voir nuls, ces résultats éclaircissent la sensibilité des marnes à l'érosion en absence de ses derniers et leur rôle dans la protection du sol (voir figure N° 20).



Figure N° 20 : Lieu de la réalisation des états de surfaces dans un terrain marneux
(Mars 2011).

VI- PRICIPAUX FACTEURS DE DEFAILLANCE DU PROJET D'AMENAGEMENT DANS LA ZONE D'ETUDE

L'aménagement des bassins versants implique la mise en place de systèmes qui veillent à la conservation et l'utilisation durable des ressources en terres, aujourd'hui et pour les générations futures.

Cet équilibre est atteint dans la plupart des régions mais peut-être modifié par la présence de l'homme.

Malgré les efforts déployés, les réalisations sont restées en deçà des besoins et la pression anthropique sur les ressources naturelles n'a fait qu'accroître la dégradation des sols et donc accélérer les phénomènes d'érosion.

6-1 FACTEURS ANTHROPIQUES

On peut donc noter différents types et différents facteurs et processus impliqués dans la défaillance du projet d'aménagement.

L'insuffisance au niveau des données de base qui sont indispensables pour élaborer des études approfondies (exemple impact des aménagements CES sur le transport solide, l'amélioration des rendements, carte d'occupation des sols).

Un manque important de techniciens veillant à la protection du milieu agricole a été enregistré à tous les niveaux (études de base, recherche scientifique, réalisation des projets, suivi et évaluation, etc.).

Absence d'une législation adéquate: les textes législatifs existants sont anciens et ne sont plus applicables aux contextes actuels.

En fait, Le traitement du bassin versant d'une manière générale débute de l'amont vers l'aval (l'aménagement doit commencer à partir d'un secteur stabilisé). Le non respect de ce principe peut entraîner un sapement de l'ouvrage situé le plus à l'aval, puis progressivement de tous les ouvrages, dans notre zone d'étude après une enquête réalisée dans ce site on a appris que les aménagements ont été réalisés dans le sens inverse suite à une insuffisante étude qui précède toute aménagement.

La durabilité de sanctions pose problèmes et implique la nécessité de la participation des populations pour l'appropriation des actions d'aménagements antiérosifs. A ce propos, le cadre juridique mérite une adaptation pour inciter et appuyer la participation des différents intervenants. L'intégration, notamment au niveau du financement et d'exécution des travaux, doit permettre aussi la synergie requise entre les différentes composantes des projets d'aménagement. Ce dernier est un point essentiel, lors de la réalisation du projet d'aménagement dans la zone d'étude c'était une période d'altération des conditions de sureté, qui a fait que les riverains exodes leurs habitats et des qu'ils regagnent leurs régions ils détruisent les seuils introduits dans leurs propriété pour mettre les terres en culture, aussi les seuils ne sont pas à l'abri du vol par les enfants et les bergers qui ont toujours besoin de grillage (avant le recouvrement par les sédiments).

Dans les seuils en gabion qui sont les plus efficaces, les plus résistant et les plus souples sur terrain mou, on a remarqué un mauvais colmatage du noyau, aussi les fondations ne sont pas assez ancrées latéralement (main d'œuvre non qualifiée) ce qui donnent quelques "renards", tunnels creusés par l'énergie de chute des eaux de ruissellement, s'ils ne sont pas protégés par des dissipateurs d'énergie (voir figure N° 21).

- Ils n'ont pas utilisé des pierres de qualité et monté le parement du coffrage avant de le remplir de tout venant bien tassé.

Dans les seuils en pierres sèches, ils n'ont pas utilisé de très bonnes pierres et aussi le non savoir construire des murs à fait que quelques seuils ont été détruits après quelques crues (voir figure N° 22).



Figure N° 21 : Formation de **Renard** suite à un mauvais dimensionnement de la largeur du seuil (Mars 2011).



Figure N° 22 : Etat dégradé des seuils en pierre sèche.

Les observations ont montré qu'il n'y a pas de respect des principes suivants :

- ✚ Bien ancrer les ailes dans les berges (sur 50 à 100 cm) et bien centrer l'écoulement du ruissellement en relevant les ailes au dessus du déversoir central.
- ✚ Bien ancrer la base du seuil, tasser les pierres pour éviter les renards en cours de sédimentation (contre pente de 10 % des fondations).
- ✚ Disperser l'énergie de chute (tourbillon) à l'aval du déversoir par un contre barrage ou une bavette empierrée.
- ✚ La distance entre les seuils doit être calculée de telle sorte que la base du barrage amont soit au niveau du sommet du seuil aval, à la pente de compensation près (5% dans nos essais).
- ✚ Il faut aussi du personnel qualifié pour ranger correctement les pierres dans le cadre en grillage et le poser sur un lit de graviers.

Les phases à suivre pour la réalisation d'un seuil en gabions sont ordonnées selon une régulière succession des travaux. Néanmoins dans des conditions particulières d'enchaînement les phases peuvent être modifiées selon les nécessités et les moyens à disposition. Par la suite on trouve des recommandations de caractère général pour la mise en place des gabions et une brève description des différentes phases de la procédure.

L'entreposage des pneus usagés qui a été aléatoirement dans quelques points qui n'a pas freiné le ruissellement, il était à la fois un facteur de pollution et aussi donne une mauvaise vue pour les passants (voir figure N° 23).



Figure N° 23 : L'entreposage aléatoire des pneus usagés.

La modification des méthodes de travail du sol par la mécanisation augmente les risques d'érosion. Le travail du sol est plus profond, le labour se fait dans le sens de la pente, le sol est tassé par le poids des engins de plus en plus volumineux, une semelle de labour compacte et peu perméable se forme en profondeur sur laquelle peut apparaître un ruissellement profond. La multiplication des façons culturales affine exagérément le sol qui est beaucoup plus vulnérable à l'entraînement.

Dès la réalisation du projet d'aménagement aucun entretien n'est prescrit dans le site c'est l'une de raison de la dégradation des seuils.

Le pâturage est l'un des conséquences du parcours prolongé et intensif. C'est un phénomène marqué par la dégradation du couvert végétal qui résulte d'un excès de broutage par les animaux domestiques, il s'accompagne de nombreux autres effets néfastes (diminution de la productivité des terrains...). Le pâturage en sous-bois a entraîné une dégradation progressive de la végétation arborée surtout pendant la période estivale qui dessèche les terrains de parcours (bovins, ovins) exploitent chacun une strate particulière de la végétation. Ils condamnent ainsi à terme la forêt, car le cheptel assure sa nourriture au détriment des jeunes repousses, interdisant ainsi les arbres pour en dévorer le feuillage, il en résulte une défoliation, favorisant les attaques d'insectes xylophages. L'élevage après l'agriculture est la principale activité de la région, elle regroupe un nombre important de troupeaux, composé essentiellement d'ovins auxquels se joignent quelques bovins et caprins. La majorité de l'élevage pratiqué est appartient au privé, il constitue un complément de ressources de l'agriculture (voir figure N° 24).



Figure N° 24 : cheptel qui mange la végétation introduite pour la protection de berge.

6-2 FACTEURS NATURELS

Parmi les facteurs naturels, on peut citer la fragilité des écosystèmes montagnards, l'extension des zones à relief, la prédominance de substrats fragiles supportant des sols peu profonds et pauvres (presque toutes les plantations herbacées ont été dégradées après les crues, voir figure N° 25), l'agressivité climatique (En automne et au printemps les terres se couvrent d'herbe, celle-ci jaunit et disparaît très vite dès le début de sécheresse), l'irrégularité des précipitations et la faiblesse de la couverture végétale naturelle.

En général sous climats chauds, surtout quand les résidus agricoles sont enlevés et que le fumier animal n'est pas incorporé à la terre, la teneur en matière organique chute au-dessous de 0,5 %, la structure des sols et leur fertilité se détériorent, l'eau des pluies colmate la surface des sols, l'infiltration diminue, le ruissellement et l'érosion démarrent, puis s'accroissent.

Il apparaît donc que l'homme et le climat sont les facteurs causals de la dégradation des sols, la nature même de ceux-ci conditionnant cependant le degré et la vitesse de dégradation. Le surpâturage, la déforestation, l'intensification de l'agriculture sont des causes d'augmentation considérable de pertes de terres. Il y a rupture de l'équilibre et accélération de l'érosion.

Il faut noter que les plantations arboricoles d'olivier et de Cyprès sur banquette a été bien réussie (voir figure N° 26 et 27).



Figure N° 25 : Etat de dégradation du couvert végétal dans plusieurs zones du SBV.



Figure N° 26 : Plantation d'olivier sur le front du barrage (propriété privé)
(Mars 2011).



Figure N° 27 : les Cyprès sur banquette (Mars 2011).

CHAPITRE IV

PROPOSITION D'UN PROJET D'AMÉNAGEMENT



I- INTRODUCTION

La raréfaction des ressources en eau sous la pression des demandes induites par la croissance démographique et économique, de la détérioration de la qualité des eaux, de l'épuisement des eaux souterraines, de la réduction de la capacité des retenues de barrages par suite de l'envasement des barrages et suite aux effets des variations climatiques est un défi à élever pour un développement humain durable du pays.

Seule la gestion intégrée des ressources en eau, basée sur une vision globale du secteur et sur une approche fondée sur la concertation et la participation de l'ensemble des acteurs, notamment les usagers, pourra être la solution pour la satisfaction des besoins en eau, aussi bien en quantité qu'en qualité.

Dans ce cadre, l'aménagement des bassins versants présente un enjeu majeur dans la mesure où il vise à favoriser la régularisation et la préservation des eaux à leur source, tant sur le plan de la quantité que de la qualité et ce à travers une gestion conservatoire des sols à l'amont. Aussi, l'aménagement des bassins versants doit être décliné en projets de développement intégré impliquant tous les opérateurs et partenaires concernés et visant, en plus de la réduction de l'érosion hydrique à travers des traitements mécaniques et biologiques appropriés, l'amélioration des conditions de vie des populations qui en dépendent.

L'érosion des sols constitue par ailleurs un grave problème écologique au niveau de la zone amont et se traduit par des pertes considérables.

Devant l'ampleur des problèmes d'érosion hydrique, l'Etat a pris, depuis plus d'un demi siècle, des dispositions juridiques, administratives et techniques pour la promotion des interventions de conservation des sols dans le cadre d'une approche visant l'intégration et la complémentarité entre les interventions de protection des sols à l'amont et la préservation des infrastructures hydro-agricoles à l'aval.

L'aménagement intégré des bassins versants constitue une des priorités majeures du gouvernement. L'expérience a montré que ce volet, pour être performant, doit être orienté vers des actions qui visent le développement local dans son intégralité (économique et social).

II- CONTRAINTES LIES A LA MISE EN ŒUVRE DU PLAN D'AMENAGEMENT

Les principaux facteurs à l'origine de cette dégradation de l'environnement sont :

- ▶ La forte pression démographique entraînant la réduction voire la diminution rapide de la taille de l'exploitation, la disparition de la jachère dans les systèmes d'exploitation, la surexploitation des terres souvent sans restitution organo-minérale ;
- ▶ Les pratiques de cultures érosives sur les fortes pentes au détriment des cultures protégeant le sol ;
- ▶ La mise sous culture de terres à pentes excessivement élevées sans mesure de lutte antiérosive ;
- ▶ Le faible développement de l'agroforesterie, alors qu'elle peut être adaptée à toutes les zones et à toute classe de pente ;
- ▶ La fragilité du milieu physique (fortes pentes, sols développés sur des matériaux calcaires en alternance avec des intrusions basaltiques) ;
- ▶ L'insécurité foncière qui freine les investissements productifs de long terme ;
- ▶ La pratique de l'élevage libre dans certaines zones ;
- ▶ La violence des phénomènes climatiques (pluies à caractère torrentiel) ;

III- LA MISE EN ŒUVRE DU PLAN D'AMENAGEMENT DANS LE SOUS BASSIN VERSANT DE H. BOUGHRARA

Selon les informations fournies par la littérature et après l'analyse des résultats de l'enquête de terrain, nous avons une bonne compréhension de la situation de dégradation environnementale dans le sous bassin versant de Hammam Boughrara. Le niveau de couverture végétale est très faible, les sols sont vraiment détériorés à cause de l'érosion ce qui fait que les parcelles agricoles des paysans deviennent de plus en plus moins rentables. On a remarqué la formation de ravines dans les différentes parties du bassin versant. Il y a très peu d'arbres sur la berge, le niveau des eaux de barrage est réduit. Il faut des interventions immédiates dans toutes les sections du sous bassin versant afin d'augmenter la couverture végétale et de conserver les sols et les eaux car la situation est préoccupante.

Cependant, à coté des problèmes environnementaux, il faut souligner que les habitants vivant dans la zone du sous bassin versant de H. Boughrara ont aussi de grands besoins socio-économiques.

À mon sens, les activités envisagées dans un plan d'aménagement pour le sous bassin versant de la commune de Hammam Boughrara doivent être diversifiées. Il faut chercher à concilier dans la mesure du possible la conservation des sols et des eaux avec la création d'activités socio-économiques pouvant générer des revenus. La promotion des programmes de financement rural favorisant la création d'activités non agricoles dans la zone peut aider à diversifier les sources de revenus des gens et réduire la pression sur les sols et la forêt.

Concernant la responsabilité de l'état dans la question de protection de l'environnement, beaucoup de personnes avec qui on a eu des entretiens pendant l'enquête de terrain affirment que les dirigeants n'ont pas fait beaucoup d'efforts pour reboiser les terres dégradées. Les discours sont toujours à l'ordre du jour mais les actions sont très faibles. Il n'existe pas de projets qui sont en train d'être exécutés par l'état à part de quelques activités isolées réalisées. A notre avis la promotion de l'agroforesterie et de la foresterie pourrait aider grandement à augmenter la couverture végétale dans la région de H. Boughrara, diversifier les activités des gens en vue d'augmenter leurs revenus. En réalité, le plan d'aménagement envisagé devrait couvrir toute la superficie du sous bassin versant car les problèmes sont graves dans toutes les sections. Mais comme les moyens sont limités, on a choisi de réfléchir sur un plan d'aménagement agro-forestier pour un micro-bassin spécifique.

3-1 STRATEGIE ADAPTE

Pour adopter cette stratégie, on s'est inspiré un peu de l'idée de Bochet (FAO, 1983) qui pense qu'il est préférable de procéder à l'aménagement de petites zones, à titre expérimental, pour mettre au point des modèles et des méthodes avant de se lancer dans un projet de grande envergure. Pour ce faire, d'une part nous avons tenu compte de certains critères sur lesquels l'Organisation Mondiale pour l'Agriculture (FAO) se base généralement pour la sélection des micro-bassins versants inclus dans les premières phases des projets d'aménagement qu'elle finance. Ensuite, nous avons considéré d'autres critères jugés utiles en fonction de la réalité du terrain dans la zone où on va implanter le projet. Les principaux critères considérés sont les suivants :

- ◆ Le pourcentage de couverture végétale existante ;
- ◆ Le degré de dégradation des sols ;
- ◆ L'efficacité et la solidité des organisations et des associations locales existantes ;
- ◆ Le potentiel de restauration des terres par des moyens naturels simples et perspectives de réduction de l'érosion par des interventions ne nécessitant pas une technologie trop poussée ;

◆ L'attitude et la capacité des populations locales à adopter des techniques agro-forestières ainsi que de leur disposition à coopérer ;

◆ Disponibilité de l'eau pour l'arrosage des plants.

En tenant compte des critères ci-dessus, nous pensons que le micro-bassin de H. Boughrara est adéquat pour le projet envisagé. Les membres de la communauté (agriculteurs, éleveurs, Petits commerçants) sont très intéressés à un projet et les groupements d'agriculteurs sont plus au moins organisés et structurés. D'autres facteurs qu'on a considérés, c'est la disponibilité de l'eau dans la zone même pendant la saison sèche. En réunissant tous ces critères, nous arrivons à croire que le projet est plus faisable et réalisable dans cette zone.

3-2 OBJECTIFS SPECIFIQUES

Le programme devra répondre aux trois dimensions du développement durable et viser des objectifs environnementaux, économiques et sociaux :

- ✓ Démontrer que l'approche globale d'aménagement intégré par sous-bassin peut aider à moyen et à long terme à optimiser la contribution des boisés privés au développement durable des régions;
- ✓ Démontrer la complémentarité et la compatibilité des travaux d'aménagement ;
- ✓ Maintenir et améliorer la diversité et la qualité des habitats riverains;
- ✓ Améliorer l'expertise, en matière d'aménagement intégré, des personnes qui assurent des services-conseils auprès des propriétaires;
- ✓ Augmenter le niveau d'implication et le nombre de propriétaires actifs, la protection et la mise en valeur des ressources tant forestières de leur propriété et d'un territoire plus vaste, soit le sous-bassin;
- ✓ Faciliter les démarches menant à la certification des pratiques forestières.

3-3 RECOMMANDATIONS

Les recommandations qui vont suivre résultent de l'analyse de la situation du sous bassin versant et sont basées sur les observations et les entrevues réalisées sur le terrain.

IV- ESQUISSE D'UN PLAN D'AMENAGEMENT POUR LE SBV DE H. BOUGHRARA

La réalisation d'un plan d'aménagement n'est pas une simple entreprise. Elle requiert donc une planification qui garantit des résultats en fonction des objectifs escomptés. En effet, après avoir exploré le SBV de la commune de H. Boughrara et identifié les problèmes majeurs qui constituent de véritables contraintes à son développement, un plan d'aménagement dans ses grandes lignes est élaboré en vue d'y apporter quelques éléments de solutions. Ce plan d'aménagement devrait prendre en compte non seulement le côté physique, le côté socioéconomique mais aussi les stratégies de mise en œuvre. Ainsi, les mesures envisagées sont de deux types :

- Mesures socioéconomiques qui comptent apporter des solutions aux problèmes que confrontent les habitants du SBV et du même coup relever leur niveau de vie ;
- Mesures techniques qui visent la réhabilitation du milieu physique.

4-1 MESURES SOCIOECONOMIQUES

Le facteur humain est d'une importance capitale dans un programme d'aménagement de bassins versants. Dans les pays en voie de développement, le manque de formation et le faible niveau économique sont essentiellement à l'origine de la dégradation de l'environnement. Dans ce cas, des mesures visant à relever le niveau de vie des habitants du sous bassin versant deviennent un impératif. En voici celles recommandées :

🏠 Les mesures préliminaires

- ◆ La santé de la population est très importante à tout point de vue, pour cela un programme de santé communautaire est nécessaire. De ce fait, le renforcement du centre de santé de Hammam Boughrara et l'ouverture du dispensaire d'anxiété est primordial.
- ◆ Dans le but d'éviter l'émigration des jeunes, la création d'écoles professionnelles surtout dans les petits villages de la commune est d'extrême urgence, incluant des volets comme l'éducation environnementale.

🏠 Mise en place de station climatologique

La mise en place de station climatologique au niveau des petits villages fiables susceptibles de rendre plus efficaces les interventions relatives à l'aménagement va permettre de déterminer la pluviométrie exacte de la zone, mais aussi de pouvoir distinguer les différentes zones agro-climatologiques.

🏠 Mise en place des moyens visant à augmenter la production agricole. Sur ce, trois recommandations sont importantes

- ◆ Les semences utilisées par les agriculteurs ne sont pas très souvent de bonne qualité. Il faut envisager d'abord de mettre en place des boutiques d'intrants agricoles avec une banque de semences améliorées et des magasins communautaires au centre du sous bassin versant (H. Boughrara). Il faut former les agriculteurs, en leur apprenant les meilleures techniques de travail et de conservation de sol et de l'eau.
- ◆ Introduire et divulguer les techniques de fabrication de compost dans la zone.
- ◆ Ensuite, il faut établir en aval des unités de transformation surtout pour les fruits (huileries), des unités de conservation et de commercialisation.

🏠 Renforcer l'élevage

Toute action visant à renforcer le secteur de l'élevage doit prendre en compte l'aspect alimentation et génétique des populations animales. De ce fait il faut :

- ◆ Mettre à la disposition des agriculteurs des races améliorées pour augmenter la performance des races locales.
- ◆ Introduire la culture des légumineuses comme sources de protéines (quelques variétés palatable) pour les animaux.
- ◆ Promouvoir, avec l'appui de la population, la production de fourrage comme l'herbe.
- ◆ Promouvoir des méthodes de conservation d'herbes (l'ensilage, le fanage et le traitement des fourrages avec de l'urée).
- ◆ Renforcer les soins vétérinaires en augmentant le nombre de campagnes de vaccination et en formant régulièrement des techniciens vétérinaires.

🏠 Réhabiliter et sécuriser les potentiels des sources afin de les rendre facilement accessibles et utilisables (salubrité) par les communautés rurales par :

➤ Des actions de protection et mis en défens

- La protection du sous bassin d'alimentation de toutes les sources par le renforcement des structures antiérosives et la plantation d'arbres.

➤ Des actions d'aménagement

- L'aménagement des sources comme celles des oueds de la commune par leurs protection contre les déchets qui sali l'eau de ces dernier susceptibles d'assurer aux communautés rurales un approvisionnement en eau suffisant et salubre.

➤ Des actions liées à la gestion des points d'eau

- Organiser les utilisateurs des points d'eau en comités capables d'assurer la gestion et la maintenance des aménagements.

🏠 Les activités extra-agricoles

- Etant donné que les petits métiers comme : la maçonnerie, l'ébénisterie et la couture ont une grande importance dans la diminution de la pression sur les ressources naturelles, il faut les encourager et les subventionner.

4-2 MESURES TECHNIQUES

Face à la dégradation du milieu physique, des mesures techniques visant sa réhabilitation se révèlent d'une impérieuse nécessité. Elles seront axées sur le traitement des versants par des méthodes de lutte antiérosives (techniques mécanique et biologique) dans le but de corriger la multitude de ravines.

Cette rubrique se base sur les facteurs suivants : l'occupation actuelle des sols, les risques d'érosion et la pente.

4-2-1 Traitement du sous bassin versant

Tenant compte d'une part de la situation topographique du sous bassin versant de la commune de Hammam Boughrara, une intense activité de conservation de sols et de reboisement devrait être envisagée. La mise en place de structure antiérosive donnée dépendra d'un ensemble de facteurs tels que : classes de pente, érosion des versants, profondeur des sols et enfin le type de roche mère en question.

L'établissement d'un couvert végétal est d'une extrême urgence, vu l'absence quasi-totale d'arbres. Si les terres sont du domaine public, des campagnes massives de reboisement sont nécessaires afin d'installer des forêts de protection pour consolider ces sols. Si les terres sont du domaine privé, on proposera un système d'agroforesterie avec des espèces appropriées. Et il faut qu'il y ait régulièrement de suivi dans les travaux entrepris.

🏠 Zones de cultures agricoles denses

Elles sont rencontrées surtout dans les zones où les sols ont une potentialité appréciable, la pente est qualifiée faible (5 - 12%). Elles sont de faibles pentes. Elles occupent un très faible pourcentage dans l'espace du sous bassin versant. Dans ce cas des opérations de nettoyage, de regarnissage et de traitement phytosanitaires sont recommandées. Les risques d'érosion peuvent être corrigés par la mise en place des structures simples qui demandent moins d'investissement et de temps de travail, comme des structures de clayonnage faites à partir des résidus de culture utilisée après chaque cycle cultural.

🏡 Zones de cultures agricoles moyennement denses

Pour les zones de piedmont où les pentes sont faibles (12 - 30%), elles devraient être réservées aux cultures annuelles avec des pratiques culturales ou des mesures permettant la conservation des sols. Dans ce cas, il faut :

- ◆ Maintenir la polyculture.
- ◆ Pour prévenir certaines dégradations qui pourraient survenir, on n'a qu'à mettre en place des structures simples en pierre sèches et/ou des murettes.

Pour les mornes à pentes supérieures à 45 % on peut :

- ◆ Mettre cet espace en défense pour la régénération naturelle
- ◆ Ou créer une forêt avec des espèces faciles à s'adapter dans des conditions difficiles (même très envahissante). Certaines variétés qui conviennent.

4-2-2 Amélioration des systèmes de production

La conservation des sols dans les zones dégradées du SBV, ne doit pas se limiter aux seuls ouvrages de lutte antiérosive mais doit allier aussi différentes pratiques et techniques agricoles qui permettent d'accroître la production et les revenus des paysans, tout en protégeant le sol et en maintenant sa fertilité. Aujourd'hui, les savoir-faire devraient être repensés dans un sens d'efficacité, de rentabilité et de durabilité. Il s'agit de certaines pratiques rentables, moins coûteuses et facilement reproduites par les paysans, et qui consistent à éviter toutes les actions favorisant le développement de l'érosion hydrique. Sur ce, les techniques agricoles suivantes sont nécessaires.

- ✓ Choisir des espèces en fonction de la nature du terrain. Les pentes les moins fortes (<25%) peuvent être réservées aux cultures annuelles ;
- ✓ Ne pas cultiver dans le sens de la pente, mais selon les courbes de niveau ;
- ✓ Eviter de mettre en culture de grandes parcelles dans le sens de la pente ;
- ✓ Les parcelles doivent avoir environ 25 m² de superficie au minimum ;
- ✓ Laisser les résidus de récolte sur le sol et apporter de la matière organique sous forme de fumier et de compost pour améliorer la structure, donc la fertilité des sols.

Au niveau des poches dénudées, pour prévenir l'apparition d'une érosion accélérée, l'établissement des structures antiérosives composées de haies vives, de terrasses intermittentes, en utilisant des espèces pouvant être valorisées par le bétail est à conseiller.

4-2-3 Correction des ravines

En ce qui concerne le traitement des ravines, leur niveau de dégradation et leur régime sont des facteurs importants à considérer.

- ◆ Les ravines sèches doivent être aménagées par des structures constituées par des seuils en gabion et en pierre sèche (il faut se doter d'une bonne étude en préalable), renforcées par des structures biologiques comme les plantes résistantes au climat résiduelle et aussi au type de sol de la zone.

- ◆ Les berges des ravines à régimes permanents doivent être renforcées par des seuils.

Le traitement des ravines dans le but de les stabiliser est d'une extrême urgence. Dépourvues de végétation, les ravines fonctionnent comme de vrais torrents en saisons pluvieuses. Leur lit se creuse davantage et d'importantes quantités de matériaux solides sont entraînées en aval.

Ainsi, la stabilisation des lits de ces ravines doit tenir une place essentielle dans les travaux d'aménagement. Pour ce faire, de simples corrections biologiques pourront être appliquées pour les petites et moyennes ravines en implantant des espèces d'arbres appropriées. Pour les ravines assez développées, on doit modifier leur profil initial par des techniques mécaniques en vue de provoquer des atterrissements au moyen des seuils. Par ailleurs, les travaux d'aménagement doivent être entrepris durant les saisons sèches. Cela empêchera la détérioration des ouvrages et facilitera leur achèvement.

Au niveau du périmètre de H. Boughrara, le traitement des ravins et ravines ont été effectués pour stabiliser les flancs du micro-bassin et assurer une meilleure reprise des plants. De même, pour augmenter la durée de vie du barrage, les ravins ont été identifiés et fait l'objet de traitement mécanique, ont fait l'objet de l'action de correction mécanique des ravins, de l'aménagement en banquettes plantées en oliviers, et avec la végétalisation des ravins et l'amélioration pastorale.

Cependant, ces travaux d'aménagement doivent s'inscrire dans un programme pouvant s'intégrer dans une nouvelle stratégie ayant pour objectif principal une meilleure gestion des ressources en eau et en sols, tenant compte des attentes et des besoins de la population rurale, principale partie prenante dans cet écosystème fragilisé.

4-2-3-1 techniques de traitement des ravines

4-2-3-1- 1 But du traitement des ravines

Le but ultime de la correction des ravines est leur stabilisation définitive. Il s'agit dans un premier temps de modifier le profil initial de la ravine pour donner aux atterrissements une faible inclinaison d'environ 3 à 8 %. Dans un deuxième temps, l'implantation de végétation ou la remise en culture pour compléter la stabilisation.

4-2-3-1 -2 Principe de correction des ravines

- Si la ravine n'est pas encore très développée (c'est -à-dire elle fait environ 0.50 m de profondeur sur 1m de large et où les alluvions sont faibles) et si sa pente est inférieure à 20 %, de simples corrections biologiques suffisent. Par exemple, on peut procéder à l'implantation des herbacées à fort enracinement et plantation d'arbres.
- Si la ravine est déjà assez développée, avec plus d'un (01) m de profondeur, une pente supérieure à 20 %, charriant de matériaux grossiers, une intervention plus importante s'impose. On recourt à la construction, en travers du lit de la ravine, des seuils en pierres sèches ou en gabions.

4-2-3-1-3 Types de seuils à utiliser

Dans la zone d'étude, la formation de ravines à cause du ruissellement est un problème assez préoccupant. L'aménagement des ravines permet de réduire la vitesse de ruissellement de l'eau, éviter les dégâts en aval, favoriser l'infiltration de l'eau dans le sol et donner naissance à la formation de nouveaux sols (**SAINT-NATUS, 2005**). L'établissement des seuils tout au long des ravines de manière perpendiculaire au sens de l'écoulement de l'eau est une technique efficace pour traiter les ravines. Cette technique est utilisée dans plusieurs zones du bassin versant de la Tafna.

- Les seuils en clayonnage seront utilisés pour des ravines ayant au maximum 1m de haut et 1m de large.
- Pour des ravines ayant au maximum 2 m de haut sur 4 m de large, on construit des seuils en pierres sèches.
- Au delà de ces dimensions, on parle de ravines torrentielles. Pour les corriger, on recourt à des seuils en maçonnerie ou en gabions.
- Une fois les travaux de correction mécanique de la ravine, terminés, il est nécessaire de fixer définitivement les atterrissements et les berges de la ravines en y implantant de la végétation.
- Pour être plus efficace, la fixation biologique doit se faire par la combinaison de plantations, de semis d'herbacées vivaces (permettant une couverture de la surface du sol) avec le besoin des paysans de produire et de rentabiliser le travail qu'ils auront fourni pour l'aménagement de la ravine.

4-2-3-1-4 Traitement biologique

📌 Les haies vives

Les haies vives ou rampes vivantes ; c'est une technique assez recommandée pour remodeler les versants. Certains critères doivent être considérés avant de décider d'implanter des haies vives. D'abord la haie vive doit présenter un certain intérêt pour le paysan (production de fourrage) et ensuite elle ne doit pas concurrencer les cultures voisines. En ce sens, les espèces à racinement profond sont préférables en vue de limiter la concurrence pour la lumière et l'espace. En plus, la végétation implantée doit être maintenue basse par des coupes ou des tailles régulières (KOOHAFKAN *et al.*, 1989) et (GEILFUS, 1989). En fait, l'utilisation des légumineuses ligneuses pour créer des haies vives basses semble être très intéressante surtout pour la production du fourrage. Donc, les haies vives avec des légumineuses sont des techniques assez efficaces pour la conservation des sols et des eaux. Elles aident à combattre l'érosion des sols qui sont très détériorés dans la zone. Nous pensons que cette technique agro-forestière puisse aider beaucoup les membres de la communauté à satisfaire leurs besoins et à produire du fourrage pour alimenter les animaux.

📌 Plantation d'arbres sur clôture des parcelles agricoles : les clôtures en matière végétal

Cette technique vise à délimiter les parcelles agricoles avec des arbres selon leur préférence ; ces arbres sont utilisés comme clôture et ont une fonction de protection principalement.

📌 Pratique agro-sylvopastoral

Le système de production agro-sylvopastoral est une technique, cette dernière consiste à implanter des rampes vivantes avec des graminées telles que l'herbe comme végétation dans les parcelles agricoles des paysans. Les herbes vont fournir du fourrage pour alimenter les bovins et les caprins qui vont produire du fumier. Le fumier produit par les animaux sera utilisé pour élaborer du compost avec les résidus de récoltes ; ce compost sera utilisé pour fertiliser le sol ce qui augmentera par la suite la productivité des parcelles agricoles des paysans. Cette technique fournit du fourrage pour nourrir le bétail, aide à améliorer la fertilité des sols et à augmenter la couverture végétale dans la zone.

◆ Réalisation de formation sur l'utilisation des techniques agro-forestières

Des séances de formation seront réalisées au bénéfice des agriculteurs sur l'utilisation des techniques agro-forestières. On mettra l'accent sur la façon d'entretenir chaque pratique agro-forestière proposée, les bénéfices socio-économiques à en tirer, l'investissement requis en termes de temps et de travail et l'importance écologique. On profite de ces séances pour promouvoir les techniques agro-forestières et sensibiliser les agriculteurs à les adopter. Souvent dans la zone objet de notre étude, les paysans sont réticents à adopter une technique de production parce qu'ils ne sont pas assez informés des avantages tant socio-économiques qu'environnementaux qu'ils peuvent en tirer.

4-2-3-1-5 Traitement de la berge par des plantations d'arbres

Le sapement des berges peut compromettre la stabilité du versant et conduire à la disparition des terres agricoles par grignotage des terrasses cultivées. Cela peut mettre en danger le barrage ainsi que la partie amont des canaux d'irrigation (KOOHAFKAN *et al.*, 1989). La plantation d'arbres et d'arbustes le long de la berge du barrage permettra d'augmenter sa résistance au sapement. Cette végétation peut aider considérablement à contrôler l'érosion et stabiliser la berge du barrage. Les espèces qu'on propose d'utiliser sont des espèces rencontrées fréquemment à proximité du barrage. Ce sont : le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), le cyprès (*Cupressus Sempervirens*), l'acacia (*Acacia xanthophloea*), le tamarix (*Tamarix gallica*).

4-2-4 Défense et Restauration des sols du sous bassin versant

Les versants qui surplombent la commune de Hammam Boughrara sont tellement dans un état critique que, d'une part, pour éviter une dégradation irréversible et freiner l'urbanisation anarchique au niveau de ces versants, ils doivent être déclarés " **zones de mise en défens** " ; d'autre part, des campagnes de reboisement massif doivent être entreprises en mettant en place des mécanismes de suivi. Les essences forestières seront mises en terre au cours des saisons pluvieuses (Mars, Avril, Mai).

4-2-5 Traitement des oueds de la commune

Le réseau hydrographique du SBV est essentiellement constitué de ravines qui drainent, lors des crues d'importantes quantités de matériaux grossiers et fins qui peuvent occasionner des pertes en aval. Le traitement de ces oueds consistera d'une part à reconstituer la couverture végétale des surfaces collectrices des ravines et d'autre part à y implanter des seuils.

V- STRATEGIE D'APPLICATION DU PLAN

♣ La création d'un comité de gestion

L'aménagement des bassins versants ne doit pas être un simple slogan ni l'affaire de quelques uns. Il doit intégrer toutes les entités du bassin versant.

◆ Il faut créer une association qui aura pour mission de faire passer les revendications de la population en termes de leur besoin primordial et ensuite de veiller à leur prise en compte dans le projet.

◆ Il faut créer un comité qui aura pour mission de fournir d'une part l'assistance technique, logistique et, d'autre part, le financement.

📌 Le financement de l'aménagement

Le financement d'un projet d'aménagement nécessite la mobilisation de beaucoup de fonds. Le projet doit s'inscrire dans le cadre d'un plan de développement global, de ce fait, le financement peut être recherché à trois niveaux :

- ◆ Du côté des bailleurs de fond travaillant dans le domaine ;
- ◆ Du côté de la mairie de la région et/ ou de l'Etat central ;
- ◆ Du côté de la population locale surtout dans le cadre de l'approche participative.

5-1 SUIVI ET CONTROLE

Cette rubrique sera assurée par un comité provenant de la fusion des comités de gestion susmentionnés où tous les acteurs vont prendre part. Ce dit comité doit jouer le rôle d'interface entre les comités locaux et l'Etat central en s'assurant vraiment que les besoins de la population locale soient pris en compte et mis en application.

5-2 PORTEE DU PLAN D'AMENAGEMENT

L'exécution de ce plan d'aménagement permettra d'aboutir à des bénéfices tant matériels qu'immatériels. La protection des versants et la réhabilitation de l'environnement constituent les bénéfices matériels. Tandis que les bénéfices immatériels, passent par la protection des vies humaines contre les inondations et l'amélioration des conditions socioéconomiques de la population cible.

5-3 LIMITATION DU PLAN D'AMENAGEMENT

En dépit de sa portée, ce plan d'aménagement n'atteint pas la perfection. Il comporte certaines lacunes qui devront être comblées en réalisant d'autres études dans le but d'élaborer le budget prévisionnel et le calendrier d'exécution des travaux prévus, de dimensionner les ouvrages à réaliser et de déterminer le nombre de mètres linéaires de ravines à traiter.

VI- NATURE DES SEUILS PROPOSES (cette partie est empreinte du Web 5)

La pierre comme matériau de construction des seuils est parfaitement bien adaptée d'autant plus qu'elle existe localement. La qualité de la pierre de type compacte, dure aux arêtes vives d'une part, et, l'angle de talus naturel d'autre part objective notre choix pour des seuils en pierres sèches. Dans le cas des sections larges de talwegs, il est proposé la combinaison de deux procédés : gabionnage à la base du seuil puis simple muret en pierres sèches. Cette combinaison assurera dans ces cas plus de stabilité à l'ouvrage. Ce procédé sera complété du coté aval par un retro-filage de pente en pierres et terre végétale collectées du creusement de la ravine. La pente ainsi obtenu sera engazonnée par les touffes d'armoise et d'alfa pour recréer l'environnement naturel. Ce système, au bout de quelques années verra les pierres se souder entre elles donnant ainsi plus de stabilité de l'ensemble et évitant aux mailles galvanisées des gabions toute corrosion. D'autre part le système tout en adhérent parfaitement aux parois et au fond garde une certaine souplesse sous l'effet des pressions d'eau. C'est aussi un procédé qui est adapté à la pente importante. Afin de pallier à d'éventuel et probable déplacement de l'ouvrage sur ses extrémités latérales lors des épisodes pluvieux d'intensités exceptionnelles, le seuil doit être bien arrimé. Ceci est possible en choisissant correctement les pierres qui doivent être anguleuses et hétérométriques pour laisser le moindre vide et donner une cohésion à l'ensemble. Le sommet du muret devra être assez large au sommet (0.50 à 0.8 mètre).

La hauteur des ouvrages ne doit pas excéder 1.5 m car en raison du taux d'envasement qui augmente d'une manière exponentielle (en référence à différent bilans de travaux de gabionnages) avec la hauteur de digue et qui devient moins intéressant au delà de 1.8 mètre de hauteur.

Le choix a porté sur des hauteurs de seuils ne dépassant pas 1.5 mètres.

6-1 SEUILS EN GABIONS

Les gabions ne pourront être mis en œuvre qu'après notification à l'attributaire de l'acceptation des treillis métalliques et de la qualité de la pierre. Les gabions seront constitués de fil galvanisé N° 17 $\varnothing = 3$ mm de maille à double torsion de 100×120 ou de 80×100 mm.

Ils devront être remplis suivant les règles de l'art, de manière à assurer un remplissage homogène et à limiter au maximum la déformation des cages.

L'emploi de gabions de maille de 80×100 ou 100×120 , fil galvanisé de diamètre 3mm, de structure bien renforcée, avec des écrasements et des déformations limitées tout en permettant des opérations de remplissage.

Le gabion, au moment de son utilisation, sera déplié sur une surface plane et dure, de façon à ce que toutes ses faces reposent à plat sur le sol. Les quatre faces latérales seront relevées pour former une cage dont le couvercle restera ouvert, on procédera alors à la ligature des arrêtes verticales. Si ce gabion doit être juxtaposé à d'autres déjà en place, ses faces en contact avec ces derniers seront parfaitement appliquées contre les gabions voisins.

Pour la réalisation d'un ouvrage monolithique, les gabions devront impérativement être ligaturés les uns aux autres sur tout le pourtour, la ligature de toutes les mailles doit être bien soignée et régulière.

Afin de limiter les déformations de la structure, il sera nécessaire, au cours du remplissage des gabions d'installer des tirants (fil galvanisé n° 17 $\varnothing = 3$ mm ou bien en fer $\varnothing 6$) sur le plan horizontal au $2/3$ ou à mi-hauteur de la structure.

En aucun cas les cages ne seront découpées pour les mettre à la dimension.

Les pierres employées pour le remplissage des cages ne doivent pas être friables ou gélives et par contre manifester un poids spécifique le plus haut possible. La dimension optimale de ces pierres est celle comprise entre 2 et 4 fois la dimension de la maille du grillage afin d'avoir un assortiment et donc une meilleure densité.

Les cages de gabion seront édifiées sur un matelas en béton non armé dosé à 350 kg, formant une assise entre les fouilles du terrain naturel (lit et berges) sur une épaisseur de 20cm, afin d'éviter les affouillements sous le corps et les ailes latérales de l'ouvrage. La présence des affouillements sous le corps ou les ailes de l'ouvrage, il sera considéré comme défaillant et doit être corrigé par l'attributaire sans aucune indemnité.

Les faces verticales et horizontales des gabions doivent avoir une forme rigide et plane. Les ailes en semelles de gabions seront bien ancrées dans les berges et seront accolées à l'assise en béton.

Déversoir

Le corps central de l'ouvrage doit être muni d'un déversoir de forme trapézoïdale, dont la largeur est inférieure à celle du lit du talweg, de telle manière que sa section correspondra à la section maximale mouillée du ravin.

Une couronne en béton à 350 kg armé, (l'armature sera dosée à 40 kg/m^3 de béton) doit être exécutée sur la face supérieure de l'ouvrage afin d'éviter l'altération de l'ouvrage son épaisseur est de 20 cm pour les ouvrages en gabions.

🏰 Tapis para fouille

Afin d'éviter les affouillements à l'aval des ouvrages on doit confectionner un matelas en maçonnerie de gabion sur un hérrissonage de bloc de pierres bien damées sur une épaisseur de 30 cm. La longueur du tapis para-fouille correspondra au moins à la hauteur de l'ouvrage.

🏰 Atterrissement artificiel

Les terres de fouilles déposées à l'amont, serviront à l'atterrissement artificiel qui sera exécuté avec un revêtement de pierrage et de sol pour consolider l'ouvrage ; conformément aux instructions du maître d'œuvre.

Les seuils en maçonnerie par gabion seront décomptés au mètre cube de la totalité du corps de l'ouvrage : cages de gabions édifiés, et bétons des fondations et de la couronne. Le prix comprend la fourniture et la pose de l'armature du fer, le transport et la pose des matériaux, les fouilles, l'atterrissement artificiel et toutes autres sujétions.

6-2 SEUILS EN MACONNERIE EN PIERRE CIMENTEE

L'attributaire doit impérativement exécuter les différents éléments entrant dans la structure de l'ouvrage tels quel sont précisés ci dessous et dans le schéma donné ci joint. Il doit respecter notamment les dosages, les proportions et les dimensions données.

🏰 béton de propreté

Le béton de propreté sera réalisé sous les ouvrages en fondation avec une épaisseur de 0,10m.

🏰 béton armé

Une couche en béton armé de 40 cm (quarante centimètres) de hauteur sera étalée sur le béton de propreté.

Les armatures de l'acier doivent être suffisamment enrobées de béton afin qu'elles ne risquent pas d'être oxydées et doivent être placées à des distances minimales convenables (5 à 6 cm) de la paroi.

Les bétons exécutés à ciel ouvert devront être maintenue humides pendant au moins 15 jours après la coulée, soit à l'aide de tubes perforés soit en étant recouvert par des matériaux imbibés d'eau ou tout autre moyen agréé capable d'humidifier continuellement et non par intermittence toutes les surfaces apparentes.

L'utilisation des produits destinés à éviter l'évaporation de l'eau contenue dans les bétons frais, pourra être admise à charge de l'attributaire qui doit prouver par des essais effectués en place l'efficacité du produit utilisé.

Le béton devra être employé avant tout commencement de prise, celui qui serait desséché ou qui aurait commencé à durcir sera rejeté hors de chantier.

Le béton devra être plein et en contact avec les parois des coffrages sur toute leur surface. Les parements devront être parfaitement lisses, sans creux et saillies.

On réduira le plus possible les interruptions de travail pendant le bétonnage.

A chacune des reprises, on nettoiera à vif la surface de l'ancien béton, on fera au besoin des repiquetage et en mouillera très longuement et très abondamment, afin que le béton ancien soit bien imbibé avant d'être mis en contact avec du béton frais.

Le ferrailage sera exécuté conformément à la directive du maître d'œuvre avec une densité de 50 kg par m³ de béton pour le béton armé. L'attributaire devra assurer, la fourniture, de façon et la pose des aciers, les fils de ligature, les aciers de montage, les câbles annulaires.

Aucune majoration ne sera accordée par les chutes fils de ligature, tolérance de laminage, aciers de montage.

🏠 **Maçonnerie :** La maçonnerie se fait par de moellons, la pierre sera hourdée au mortier, dans le cas où les conditions d'utilisation des seuils et la qualité de la pierre l'exigent, le jointement des moellons au mortier de ciment est nécessaire.

Le mortier doit être déposé dans le cadre des jauges ou sur des aires en bois, métal ou en plastique, ces jauges doivent être abritées en temps pluvieux ou très chaud. Il est interdit de ramollir du mortier en ajoutant de l'eau.

Les moellons seront posés sur leur plus grande face, à bain de mortier et en liaison, ils seront placés à la main et serrés par glissement de manière que le mortier reflue à la surface par tous les joints et tassés à coups légers de marteau ; ceux qui sont cassés seront repris, nettoyés et réutilisés avec de nouveau mortier.

Les joints et intervalles, bien garnis de mortier seront remplis d'éclats de pierres enfoncées et serrés de façon que les moellons ou éclat soit toujours englobés de mortier. Les joints visibles dont l'épaisseur est inférieure à assurer par des croisements des joints la liaison des parements amont et aval est obligatoire.

Les parements aval et amont des ouvrages en maçonnerie de pierres cimentées doivent avoir un fruit extérieur conformément aux dimensions indiquées dans les schémas en annexe et selon les instructions du maître d'œuvre.

Pour l'utilisation de l'explosif l'attributaire devra faire toutes les formalités nécessaires l'usage de l'explosif avec toutes les précautions pour assurer toute sécurité.

🏠 Ailes latérales

Les ailes latérales des ouvrages doivent être exécutées en maçonnerie de pierres cimentées Ils doivent être fortement ancrés dans les berges d'ouvrage. Elles sont édifiées avec des contreforts en béton armé de part et d'autre du déversoir. La dimension de la section de ces contreforts est 0,40 m x 0,40 m.

🏠 déversoir

Le corps central de l'ouvrage doit être muni d'un déversoir de forme trapézoïdale dont la largeur est inférieure à celle du lit du talweg, de telle manière que sa section correspondra à la section maximale mouillée du ravin. Une couronne en béton armé de 30cm (Trente centimètre) d'épaisseur doit être exécutée sur la face supérieur de l'ouvrage afin d'éviter l'altération de l'ouvrage.

Une avancée sous cuvette du déversoir du seuil, réalisée en béton armé, est supérieur de l'ouvrage afin d'éviter l'altération de l'ouvrage.

🏰 tapis para fouille

Afin d'éviter les affouillements à l'aval des ouvrages un tapis para-fouille est à confectionner en béton de propreté et cyclopéen.

🏰 contre seuil en gabion

A la partie aval du seuil après le tapis para-fouille, il sera creusé à travers tout le lit du ravin une fouille de 1,20 m de profondeur et de 1m de largeur. Cette fouille sera remplie par un matelas de gabion d'amortissement légèrement incliné vers l'aval, permettant la protection de l'ouvrage contre tout affouillement.

🏰 bêche et chaînage

Afin d'améliorer la stabilité de l'ouvrage, une bêche doit être édifiée, le treillis d'armature sera exécuté en fer TOR ϕ 10 (40 x 40 cm).

Le chaînage transversal est à exécuter en béton armé à mi hauteur de l'ouvrage avec une dimension de 0,5 m x 0,30 m.

🏰 Atterrissement artificiel

Les terres de fouilles déposées à l'amont serviront à l'atterrissement artificiel qui sera exécuté avec un revêtement de pierrage pour consolider l'ouvrage ; conformément aux instructions du maître d'œuvre.

🏰 Murs de protection des berges

Les berges des ravins amont et aval sont à protéger par la maçonnerie cimentée selon les indications du maître d'œuvre. La maçonnerie est de même type que celle décrite auparavant et sera décompte au même titre que cette dernière au m³.

🏰 barbicanes et pertuis

Pour empêcher l'accumulation de l'eau derrière le seuil, des pertuis et des barbicanes de drainage sont prévus. On disposera un pertuis par m² dans la section déversant et une barbacane pour 1 m² dans les ailes du seuil.

Les seuils en maçonnerie cimentés seront décomptés au mètre cube de la totalité du corps de l'ouvrage construit : moellons hourdé aux mortiers et tout le béton. Le Prix comprend la fourniture et la pose de l'armature de fer dosé à 50 kg/m³, le transport et la pose des matériaux, les fouilles et l'atterrissement artificiel et toutes autres sujétions.

6-3 SEUILS EN PIERRE SECHE

Ce sont des ouvrages construit en maçonnerie de pierre sèche dont la hauteur effective n'excède pas 2 m les principales caractéristiques sont comme suit :

- l'épaisseur moyenne est égale à la moitié de sa hauteur ($b=h/2$). Le coté aval doit avoir un fruit de 20 à 30 %.
- Les ouvrages sont solidement ancrés dans les berges et dans le lit une tranchée sera terrassée à cet effet sous le corps de l'ouvrage sur toute l'emprise. Le sol de fondation sera soigneusement étalé sur le plan horizontal vertical et relevé en gradins sur les deux rives les fouilles seront conduites jusqu'à la roche mère. La fondation a une épaisseur supérieure à la base du mur et dépasse celle ci de 30 cm en aval et en amont.

- La pierre devra être appropriée à la maçonnerie. Les pierres de grandes dimensions devraient être disposées dans le sens de la longueur parallèle au sens du courant. Dans le cas où le profil en long serait stable c'est à dire la roche mère affleure en surface une profondeur de fouilles 0,3 cm suffit.
- L'ouvrage devra être muni d'un déversoir en V ou en U dont la longueur n'excède pas la largeur du lit et sa section devra correspondre à la plus grande section mouillée du ravin.
- Les terres de fouille seront utilisées pour l'atterrissement artificiel en amont du seuil les fouilles et atterrissement artificielles. A l'aval de chaque ouvrage un tapis para fouille est réalisé en pierre sèche.

Ces ouvrages seront décomptés au mètre cube construit. Le prix comprend le transport de la pierre, les fouilles, l'atterrissement artificiel et toutes autres sujétions.

6-3-1 Contrôle des travaux

Sur le chantier, l'agent responsable veillera à la tenue des attachements qui seront pris au fur et à mesure de l'exécution des travaux.

L'attributaire est tenu de se conformer aux instructions du maître d'œuvre, quant aux dimensionnements de chaque ouvrage qui seront consignés dans un tableau de dimensionnement.

6-3-2 Protection des ouvrages

L'attributaire prendra les dispositions et précautions nécessaires pour protéger les parties d'ouvrages non achevées contre les crues éventuelles.

6-3-3 Provenance des matériaux

Les matériaux de toute nature destinés à l'exécution des ouvrages décrits ci-dessous indiqués doivent satisfaire aux règles de l'art et aux conditions prescrites dans le présent cahier de clauses techniques.

6-4 QUALITE DES MATERIAUX, DIMENSIONS, ESSAIS

6-4-1 Matériaux pour béton

🏠 Ciment

On utilisera le ciment artificiel présentant une résistance à la compression à 28 jours variant de 320 à 550 bars, qui proviendra directement de l'usine choisie par l'attributaire et agréée par le maître d'œuvre, si la durée de stockage est expirée, il ne devra pas être utilisé.

🏠 **Agrégats** Ce sont les sables et les pierrailles, ils proviennent, des lits des oueds, des carrières ou de concassage, l'agrément de tout agrégat par le maître d'œuvre est exigé.

- Le sable devra être constitué par des grains provenant de la désagrégation des roches ; la grosseur des grains est comprise entre 2 et 5 mm, et peut être extrait du lit des oueds, des carrières, de la mer ou obtenu par concassage des roches dures (granit, quartzite, calcaire) , et ne devra pas contenir du schistes, gypses, calcaires tendres, matières terreuses argileuses ou organiques et doit tisser et ne pas tacher à la main. Les sables de concassage comportant une forte proportion de farine ou de graines très fine ne sont pas acceptés (Le poids d'un mètre cube de sable est d'environ 1600 kg).

- Les pierrailles destinés à la confection des bétons seront constituées par des grains rocheux dont la grosseur est comprise entre 5 et 25 mm (c.à.d. devront passer dans anneau de 25 mm sans pouvoir passer dans un anneau de 05 mm. Ils peuvent être extraits du lit des rivières (matériaux roulés) ou obtenues par concassage de roches dures, propres et non gélives (Le poids de 1 m³ de pierrailles est d'environ 1400 kg).

🦁 Eau de gâchage

L'eau entrant dans la composition des bétons et mortiers devra être pure, sans acide, ni alcali exempté des impuretés tels que la silice, sels, matières organiques ...etc. et ne doit pas contenir de matières en suspension dépassant 1 g/l (non solubles) et 15 g/l (solubles)

La quantité d'eau de gâchage introduite dans la composition du béton et mortier doit être suffisamment juste pour permettre la prise totale du ciment. La quantité d'eau de gâchage par mètre cube de béton devra être comprise entre 160 et 180 Litres.

Les ruptures d'eau durant le bétonnage sont à éviter et veiller à l'arrosage des bétons durant la saison chaude.

6-5 COMPOSITION ET DOSAGE DU MORTIER ET BETONS

6-5-1 Mortiers

Sera dosé à 300 kg de ciment portland 205/315 pour un mètre cube de sable ce type est destiné à la maçonnerie de pierre cimenté les enduits et jointage des pierres apparentes ce mortiers doivent être de bonne plasticité et bien compatible avec leur emploi.

6-5-2 Béton

🦁 Composition et dosage

La composition des matériaux (agrégats ciments armature et eau) entrant dans les constitutions des bétons devra se faire dans des proportions convenable.

Il devra être dosé à 350 kg. Il est destiné à la mise en œuvre des semelles des ouvrages chainage des tables de fondations et couronnes, Le poids spécifique d'un mètre cube de béton sera de l'ordre de 2400 kg de ce fait la granulométrie sable et pierraille entrant dans la composition s de 1 m³ de béton sera comme suit (350 kg de ciment, 400 l de sable et 800 l de pierraille)

En fonction des matériaux dont on dispose la granulométrie des bétons proposés par l'entreprise devra être soigneusement étudiée et sera soumise à l'agrément du maître d'œuvre à la suite des essais exécutés par ses soins et au frais de l'entreprise si nécessaire le maître d'œuvre pourra toujours prescrire en cours des travaux des modifications de la composition granulométrie initialement prévus .

6-5-3 Matériaux pour gabions

🦁 Caractéristiques des fils

Les caractéristiques des fils employés dans la fabrication des gabions doivent satisfaire aux normes admises par la réglementation en vigueur concernant : les essais de charge et rupture, de galvanisation, d'adhérence du zinc, de torsion et de flexion conformément aux règles de l'art.

Le fil des gabions aura un diamètre de 2.70 à 3.00 mm avec une tolérance de $\pm 2\%$ et des mailles de double torsion de 80 × 100 ou 100 × 120 mm avec une tolérance de $\pm 5\%$ et, doit répondre aux exigences suivantes :

- **Charge de rupture** : fil en acier doux de meilleure qualité, exempt de paille ou tout autre défaut et doit présenter une résistance à la traction de 35 à 50 kg/mm²) et un allongement avant rupture d'un minimum de 12 %.
- **Galvanisation** : Les fils employés auront une galvanisation très riche, telle que définie dans les normes de première qualité en vigueur (260 g/m²). Le revêtement doit être homogène sans aucune discontinuité de la couche de zinc. L'examen superficiel à l'œil nu ne doit pas révéler d'absences ou de surcharges de zinc ou d'autres défauts incompatibles avec son emploi ultérieur.
- **L'adhérence du zinc** : à l'enroulement le zinc ne doit pas présenter des craquelures ou exfoliations permettant de détacher la couche de zinc par frottement avec le doigt, à la torsion et la flexion le revêtement de zinc ne doit pas s'écailler.

Structure des gabions

Les gabions seront de structures modulaires constitués par des éléments parallélépipédiques en grillage d'acier à maille hexagonale double torsion remplis en pierres. Le grillage constitutif de gabion sera en maille hexagonale de (80 × 100 ou 100 × 120) à double torsion et en fil d'acier doux galvanisé N°17 ; Φ 3.00 mm.

Le fil de ligature et les tirants (Φ 3.00 mm) nécessaires au montage devront répondre aux mêmes spécifications et caractéristiques que les fils de la structure.

En chantier, les mailles des gabions seront ligaturées entre elles par torsion à l'aide d'un levier ou, reliés avec un fil de ligature ayant les mêmes caractéristiques que celui du grillage. La ligature doit être bien soignée et régulière.

Les pierres employées pour le remplissage des gabions, doivent avoir une forme homogène dans ses trois dimensions, dures, insensibles à l'eau, non gélives, non friables, en évitant de grosses pierres instables et utilisant généralement des qui s'appâtent bien à la construction. Les dimensions conseillées sont comprises entre 1 et 2 fois la dimension inférieure de la maille du grillage, pour avoir un bon assortiment et une meilleure densité (au minimum 2.3 à 2.5 t /m³)

L'origine et le choix des matériaux devra être soumis à l'agrément du maître d'œuvre, ce dernier se réserve le droit, en cas d'anomalie ou de doute sur les matériaux livrés, de prélever directement des échantillons sur les semelles en vue de procéder à des essais de contrôle dans un laboratoire.

6-5-4 Réception des Matériaux

Toute réception de matériaux se fera sur les lieux du chantier et tout matériau ne répondant pas aux conditions décrites au dessus sera purement et simplement refusé et devra être évacué du chantier.

6-6 ESSAIS ET CONTROLES DE LABORATOIRE

Les essais seront réalisés au cours de l'exécution des travaux au moment et à l'emplacement qui apparaîtront le plus opportun au maître d'œuvre.

6-7 ORGANISATION DE CHANTIER – CONTROLE DES TRAVAUX

L'attributaire devra maintenir sur le chantier le personnel d'encadrement et d'exécution ainsi que le matériel nécessaire à la bonne exécution des travaux et au respect du programme. Il devra également maintenir un cahier de chantier qu'il ouvrira obligatoirement au chantier même où seront inscrites toutes les indications et remarques relatives aux travaux exécutés, ce cahier devra être à la libre disposition du maître d'œuvre et accessible en tout temps.



CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Dès l'aube des années 1940, les tentatives pour contrer le phénomène d'érosion se sont succédées et se sont étendues à l'échelle nationale. En dehors des projets spécifiques de contrôle de l'érosion presque tous les projets régionaux contiennent un volet de lutte antiérosive. A cette croisade nationale, parallèlement aux interventions de l'Etat, différentes institutions de tendances et d'origine diverses se sont penchées sur le problème. Il en est résulté toute une série d'action dans la gestion conservatoire des eaux, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES), (**JEAN PIERRE, 1984**).

Il n'y a pas eu de priorité du fait de la multitude d'objectifs poursuivis et de leur dispersion dans l'espace. Les techniciens croyaient, à tort, pouvoir à la fois protéger la capacité productive des champs, réduire l'envasement des barrages, et reconstituer les ressources sylvicoles et pastorales. Les services de la conservation des terres algériens avaient ainsi réuni les conditions d'échecs sur tous les fronts.

Les moyens mis en œuvre (financiers, techniques, organisationnels, humains) dans la lutte contre l'érosion et par conséquent les réalisations, ont toujours été en deçà de l'ampleur globale des phénomènes de dégradation. Ils ne pouvaient par conséquent inverser la tendance à l'aggravation des déséquilibres écologiques.

L'absence d'intégration spatiale de la lutte antiérosive, dans le cadre d'une politique globale de l'aménagement de la montagne, prenant en compte l'ensemble des interactions et des composantes de l'espace rural a fait qu'elle se solde par des résultats médiocres qualitativement et quantitativement. Les rythmes d'envasement des barrages et la dégradation des terres n'ont enregistré aucun ralentissement. Il faut cependant constater la capacité de la paysannerie de tirer parti, sélectivement et en se les réappropriant selon ses logiques, les apports des divers projets et interventions.

Selon les informations fournies par la littérature et après l'analyse des résultats de l'enquête de terrain, nous avons une bonne compréhension de la situation de dégradation environnementale dans le sous bassin versant de H. Boughrara. Le niveau de couverture végétale est très faible, les sols sont vraiment détériorés à cause de l'érosion ce qui fait que les parcelles agricoles des paysans deviennent de plus en plus moins rentables. On a remarqué la formation de ravines dans les différentes parties du sous bassin versant.

La dynamique d'évolution de ces ravines est très rapide car elles peuvent croître fortement en largeur en une crue plus ou moins exceptionnelle, à fortiori d'une année à l'autre.

Il faut des interventions immédiates dans toutes les sections du SBV afin d'augmenter la couverture végétale et de conserver les sols et les eaux car la situation est préoccupante.

La nécessité de réhabiliter l'environnement du Sous Bassin Versant H. Boughrara, qui est à un stade avancé de dégradation, est confirmée par les résultats de cette étude-diagnostic.

D'une manière générale, les moyens de production dont disposent les habitants (outillage rudimentaire, semences non sélectionnées, faible superficie des parcelles) ne leur permettent pas de tirer des revenus intéressants d'où justification de la deuxième hypothèse " Les contraintes économiques du paysan accélèrent le processus de la dégradation du sous bassin versant à l'étude ". Ceci est encore accentué par le niveau de pauvreté de plus en plus drastique et des alternatives de développement peu durables.

Circonscrite dans l'espace, l'étude apporte un nouvel éclairage sur la problématique de la dégradation du sous bassin versant de H. Boughrara. Les arguments qui viennent d'être avancés affirment que le bassin versant offre un tableau sombre et inquiétant en termes de dégradation physique et socioéconomique. Pour renverser cette tendance, la situation réclame des mesures urgentes et durables en vue de procéder à un aménagement approprié.

Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude témoignent bien l'extrême gravité de la dégradation du sous bassin versant de la commune de Hammam Boughrara. Cette situation trouve son origine dans l'exploitation irrationnelle des ressources naturelles, influencée par les mauvaises conditions socioéconomiques des habitants du SBV. Le problème foncier est crucial ; la taille des parcelles est très réduite, des exploitations agricoles ne disposent que d'une superficie inférieure à un hectare. De plus, les mauvaises pratiques agricoles sur des versants abrupts se font sans aucun souci de préservation et de conservation des ressources naturelles. La géomorphologie du bassin versant atteint des pentes jusqu'à 50 %. Ce sont autant de facteurs qui contribuent à la dégradation du Sous Bassin versant.

D'une manière globale, les faibles moyens de production dont disposent les agriculteurs ne leur permettent pas de tirer des revenus suffisants. L'élevage, malgré son caractère extensif, constitue l'une des activités génératrices de revenu agricole, fait face à de sérieux problèmes de maladie (la zone est frontalière). Cette situation difficile ne fait qu'aggraver les conditions socioéconomiques de cette population rurale, privée des besoins les plus élémentaires comme l'accès à la santé, à l'eau potable... Voilà donc, comment se présente la situation des habitants du sous bassin versant de la commune de H. Boughrara.

En effet, les arguments qui viennent d'être avancés, prouvent bien que le sous bassin versant présente une inquiétude en termes de dégradation de l'environnement physique et socioéconomique. Et, en raison de cette dégradation exagérée, il n'est plus temps de tergiverser, la situation de l'heure réclame des mesures urgentes en vue de procéder à un aménagement approprié.

Cependant, tout n'est pas perdu, car il y a sur place, un projet d'aménagement qui a été réalisé dans le but de diminuer les risques des différents problèmes soulevés. De ce fait, des études prolongées pour entretenir et renforcer le projet peuvent contribuer à protéger la dégradation de l'environnement physique et socioéconomique.

Enfin, pour arriver à atteindre ce but, l'exécution de ce plan d'aménagement proposé dans ses grandes lignes en vue d'apporter des solutions devient une nécessité impérieuse.

La combinaison des processus au niveau du versant, d'un bassin versant nécessite la coordination des actions de divers corps de métiers, hydrauliciens et techniciens de génie civil, agronomes, forestiers. La concertation entre les divers acteurs et structures impliqués est indispensable pour leur intégration spatiale, leur suivi et leur gestion ultérieure.

Les rapports d'exécution comportent beaucoup de données chiffrées: surfaces traitées, millions de plants mis en terre, millions de m³ de corrections torrentielles ... Des chiffres impressionnants, une réalité tout autres les taux de réussite en zones semi aride dégradés sont très faibles, les pins d'Alep sont décimés par les parasites (chenilles processionnaires), les Eucalyptus éclaircissent le sous-bois et freinent peu le ruissellement. Les forêts du domaine public sont toujours inexorablement grignotées par les incendies et les défrichements et le pâturage.

Les bilans de réalisation alignant des colonnes de chiffres de réalisations physiques étaient suffisants pour les services de contrôle et de tutelle. La réception des travaux est purement administrative. Il s'agissait de consommer les crédits annuels à l'issue de l'année budgétaire. Le souci de donner des plans de charge aux entreprises publiques (nationales, de wilaya et de communes), la gestion purement comptable et bureaucratique des programmes, abouti au gaspillage des moyens et à la fuite en avant.

L'inscription de nouveaux projets (les travaux neufs de reboisement ou de corrections mécaniques) prend largement le pas sur la gestion et le suivi des aménagements antiérosifs existants. Les projets constituaient une bonne opportunité de promotion dans la carrière professionnelle.

L'entretien, la surveillance et les mises en défens des parcelles complantées ou reboisées réalisée sur les terres de parcours s'est avérée beaucoup plus difficile à assurer qu'on ne le pensait. Les moyens demandés et octroyés pour l'entretien ont toujours été très largement insuffisants.

L'insuffisance et bien souvent l'absence d'entretien du réseau de banquettes et des seuils mécaniques provoque des concentrations localisées des eaux de ruissellement, entraînant l'apparition de rigoles et le développement des ravins. Malgré des coûts élevés de réalisation l'entretien de ces réseaux a été dans l'ensemble largement négligé. Des versants entiers traités à grands frais sont laissés sans surveillance, sans aucun suivi. Bien souvent les travaux eux-mêmes réalisés trop hâtivement, déclenchent la reprise de l'érosion. Les dégradations sont aussi bien dues aux phénomènes naturels liés à l'intensité des averses et la vulnérabilité des terrains (colmatage des fossés, débordements, incisions régressives, solifluxion dans les terrains argileux), que des paysans eux mêmes (destruction par les labours).

Les comportements hydrologiques de ces petits bassins versants expriment bien une forte sensibilité des écoulements au changement environnemental et à la péjoration climatique. Cette péjoration climatique a certes des impacts sur ces comportements hydrologiques. Les impacts et influences de la péjoration climatique.

Car les manifestations de ces changements climatiques semblent déjà plus aiguës. Toutes ces formes de dégradation énumérées ci dessus sont liées à une évolution hydrodynamique actuelle. Cette évolution est la résultante directe des actions essentiellement anthropiques, la mise en culture des terres de versants, les défrichements incontrôlés voire des coupes abusives et rases etc.

Dans presque toutes les sections du sous bassin qu'on avait visitées durant notre enquête de terrain, les sols sont érodés et des ravines sont formées de part et d'autre. Il faut mentionner que le manque de programmes et d'entretien dans la région rend la situation encore plus compliquée.

D'autre part, les membres des populations vivant dans le sous bassin versant souffrent de graves problèmes économiques. Leurs parcelles agricoles deviennent de moins en moins rentables car les sols sont moins fertiles à cause du charriage des éléments minéraux par l'érosion alors que l'agriculture représente leur activité principale.

Les interventions faites par l'état ainsi que d'autres Organisations non gouvernementales pour remédier à la situation sont faibles et mal coordonnées ; ce qui fait que la situation se dégrade de jour en jour.

De ce fait, pour contribuer à augmenter la couverture végétale dans le SBV, aménager les ravines, contrôler l'érosion, améliorer la fertilité des sols et augmenter la productivité des parcelles agricoles des paysans, nous avons proposé un plan d'aménagement agro-forestier en tenant compte des besoins socio-économiques des habitants. C'est un plan d'aménagement intégré préparé pour le sous bassin de H. Boughrara. C'est un projet dans lequel des techniques agro-forestières telles que les haies vives, les clôtures en matière végétal, des pratiques agro-sylvopastoral seront diffusées. La participation des agriculteurs dans la mise en œuvre du plan d'aménagement est indispensable pour la réussite du projet. Les activités proposées dans ce plan d'aménagement ne sont pas suffisantes pour résoudre tous les problèmes liés à la dégradation du SBV.

Nous recommandons à l'organisme qui sera chargé de l'exécution du plan d'aménagement d'être sensible à l'implication des paysans tout au long de l'exécution du projet comme nous l'avons fait dans la conception et la préparation du plan d'aménagement. Cela aidera grandement à faciliter l'adoption des techniques qui seront vulgarisées par les agriculteurs.

Le travail d'un mémoire ou d'une thèse n'est jamais fini, après une année d'observations nous nous retrouvons avec plus de questionnements et d'hypothèses nouvelles. Certes une année d'observations ne nous permettent pas de produire des conclusions générales sur notre

thème de recherche (Aménagements Intégrés des bassins versants et développement durable dans la région de Maghnia cas de Barrage Hammam Bouhrara), mais des résultats partiels et dont la validité scientifique nécessiterait plus d'observations à long terme. En plus il y a la nécessité de trouver d'autres informations pour pouvoir compléter les explications complexes. Par exemple dans l'analyse de cette dynamique dégradante l'on ne peut tout attribuer à l'eau ! Est-il possible de faire la part des choses entre les agents d'érosion: eau et vent dans la dynamique sédimentaire des zones de dépôt sableux par exemple ? Des études sur des sites, mais à différentes échelles spatio-temporelles doivent être entreprises afin de mieux produire des données et informations permettant de généraliser les résultats de la dynamique hydro-érosive.

Il faut étudier et quantifier tous les axes et processus moteurs de la dynamique actuelle. Cela ne serait possible qu'à travers des études typologiques et l'établissement d'une base de données à travers le développement d'un SIG fonctionnel et intégrant tous les facteurs de la dynamique actuelle dans leur complexité. Il ne faudrait surtout négliger des études sur la variabilité des facteurs anthropiques et enjeux socio-économiques dans l'utilisation des ressources naturelles.

Ces études, une fois couplées à celle de la dynamique érosive générale seront un complément nécessaire à la production des modèles performants et fonctionnels. Les modèles de la dynamique globale serviront surtout à mieux évaluer les risques, enjeux et dangers de l'érosion sur toutes ses formes. Ils permettront de comprendre et caractériser les processus généraux de la dynamique globale. Car à travers ce mémoire, nous pensons contribuer sur un des aspects de la dynamique érosive.

La généralisation des phénomènes de ravinement, suivi de mobilisation renforcée de matériaux aboutirait au développement des secteurs de bad-lands et à un rapide comblement du barrage.

Pour mieux appréhender ce phénomène d'envasement ou d'ensablement du barrage, retenues et cours d'eau en général, il s'impose de proposer des modèles liant les débits solides aux débits liquides à différentes échelles temporelles. L'effort de quantification des processus doit être développé surtout pour le transport solide à l'échelle des cours d'eau et ravine.

Cette similitude des résultats doit interpeller tous les acteurs car à court terme, on risque au cas où rien n'est envisagé d'assister à une situation de catastrophe "éco-sociologique". Cette catastrophe risque de poser de sérieux problèmes de pertes de terres agricoles par ravinement et ensablement, de forte baisse des rendements agro-pastoraux. Mais surtout l'envasement des cours d'eau devient de plus en plus un danger. Pour renverser véritablement cette tendance, nous pensons qu'une approche systémique et intégrée est indispensable.

Nous pensons qu'il est nécessaire de changer de comportements paysans, et pratiques agro-pastorales. Ce changement de comportement ne serait possible qu'à travers une nouvelle réforme socioculturelle et éducative. Cette réforme socio-éducative prendrait en compte les aspects écologiques de la fragilité environnementale. C'est à dire sur la base de sensibilisation, d'informations d'éducation de base à l'école et à toutes les échelles, amener les populations rurales et urbaines vers un respect plus conséquent de l'environnement végétal surtout.

Néanmoins, il est surtout primordial de définir les rôles des différents acteurs qui sont en jeu: Etat, Commune, Bailleurs de fond société civile et l'acteur principal qu'est le paysan en amont comme en aval des réalisations d'aménagements.

À mon sens, les activités envisagées dans un plan d'aménagement doivent être diversifiées. Il faut chercher à concilier dans la mesure du possible la conservation des sols et des eaux avec la création d'activités socio-économiques pouvant générer des revenus.

Selon Léopold Sedar Senghor :

« Nous n'héritons pas de terre de nos parents, nous l'empruntons à nos enfants »



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

ABDELLI M. & ZEGGANE M., 2007- les barrages en Algérie, problématique et enjeu de l'envasement. Journal de l'expression, pp7.

ALCE E., 1999 - Diagnostic des Micro bassins versants drainés par les retenues collinaires dans le Plateau Central (Etude des cas : Mau et Palmiste). Mémoire de fin d'étude agronomique, FAMV, Damien, Haïti, 71 p.

A.N.A.T (Agence Nationale de l'Aménagement du territoire), 2000 – Actualisation du plan d'aménagement de la wilaya de Tlemcen (bilan de la situation actuelle et problématique d'aménagement). Vol. N° 1 (153 p) et N° (312 p).

ANONYME, 2010 – Etude relative à la délimitation et la caractérisation des zones de montagne. Phase III : Avant projet de qualification et de classification. Bureau d'étude "BECAGROM" (non encore publier). Site Web : www.becagrom.Com

ANONYME, 2005 – Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (P.D.A.U) de la commune de Maghnia W. Tlemcen, Horizon 2025. Troisième phase : rapport d'orientation et règlement (document final provisoire soumis à enquête publique).

ANONYME, 2000 – POS " 2 " Hammam Bouhrara. Etat de fait et esquisses d'aménagement. West Engineering Environment Consult (WEEC). Direction de l'Urbanisme et de la Construction wilaya de Tlemcen.

ARABI M., 1991- Influence de quatre systèmes de production sur le ruissellement et l'érosion en milieu montagnard méditerranéen. Thèse de Doct. Grenoble, 272p.

AUBERT G., 1986 - Réflexions sur l'utilisation de certains types de banquettes de "Défense et Restauration des Sols" en Algérie. *Cah. Orstom, sir. Pédol.*, 22 (2) : 147- 151.

AUBERT G & MONJAUZE A., 1946 – Observation sur quelques sols de l'Oranie Nord- Occidentale- Influence du déboisement, de l'érosion sur leur évolution (I) Compte- rendu du sommaire des séances de la société de biogéographie, t. 23, no199. Pp.44 – 51.

BAGNOULS F. & GAUSSEN H., 1953. – Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, pp 193- 239.

BENABADJI N., 1991 – Etude phyto- écologique de la steppe à *Artemisia herba. Alba*. Au sud de Sebdou (Oranie, Algérie). Thèse Doct. Sci. Univ. Aix. Marseille II, St. Jérôme, 219 pages.

BENABADJI N., 1995 – Etude phyto- écologique de la steppe à *Artemisia herba. Alba*. Asso. & *Salsola vermiculata*, Au sud de Sebdou (Oranie, Algérie). Thèse Doct. Sci. Univ. Tlemcen, 153pages.

BENBLIDIA M., 1993 - "Eau et développement durable". In : Colloque Maghrébin Eau et Développement Durable, Alger, Algérie.

BERRAYAH M., 2006 – Analyse de la dynamique des systèmes et approche d'aménagement intégré en zones de montagnes cas des monts de Trara (Wilaya de Tlemcen). Thèse Magist. Sci. Univ. Tlemcen, 177 pages.

BERTRAND R., 1993 - Etude des sols dans les paysages du haut bassin versant de Rbeira Seca (Santiago, Cap vert. CIRAD. Montpellier.

- BINET H., 2008** - Monica Fossati, Almanach du développement durable, Paris, Ed. Dakota, p5.
- BONHOMME G., 1994** - Contribution à l'élaboration d'un plan d'aménagement du bassin versant de Los Pinas (Mombin Crochu). Mémoire d'Ingénieur-Agronome, UEH/FAMV, Damien, Haïti, 60 p.
- BOUABDELLAH H., 1992.** - Dégradation du couvert végétal steppique de la zone Sud- Ouest Oranais : Le cas d'El Aricha. Thèse Magister : Univ. Oran, 268 pages + annex.
- BOUANANI A., 2006** - Hydrologie, Transport Solide Et Modélisation Etude de quelques sous bassins de la Tafna (NW – Algérie). Thèse Doctorat d'état Univ A.belkaid Tlemcen.
- BOUANANI, A., TERFOUS, A., BENSLIMANE, M. & CHERIF, Z. A., 1999** - Resources and stocks of water of Algeria, in: *The First International Conference on the Geology of Africa, Egypt* vol. 1, 473-480.
- BOUAZZA M., 1991.** - Etude phytoécologique de la steppe à *Stipa tenacissima L* au sud de Sebdu (Oranie, Algérie). Thèse Doct. Sci. Univ. Aix. Marseille, pp 25 – 26, 119.
- BOUAZZA M., 1995.** - Etude phytoécologique des steppes à *Stipa tenacissima L* & *Lygeum spartum L* au sud de Sebdu (Oranie, Algérie). Thèse Doct. Sci. Univ. Tlemcen, 275 pages.
- BOUDHRAA H., 2001** - modélisation pluie-débit a base géomorphologique en milieu semi-aride rural Tunisien : Association d'approches directe et inverse. Thèse Doct. Institut national Agronomique de Tunisie. 227 p.
- BOUDJADJA A., 1998** - Procéd. Communications. Estimation empirique et expérimental du transport solide dans la région ouest du côtier algérois. 2^{ème} Journées Scient. ET Tech. Du Génie Rural ; U. de Blida.
- BOURDILLON J., 1996** - Notre environnement n'est-il pas trop précieux pour être confié à des écologistes ?, La Jaune et la Rouge.
- BRUNDTLAND G. H., 1987** - ministre norvégienne de l'Environnement président la Commission mondiale sur l'environnement et le développement, ce rapport intitulé Notre avenir à tous est soumis à l'Assemblée nationale des Nations unies .
- BURGENMEIR B., 2005** - Economie du développement durable, Bruxelles, Ed. Deboeck, p. 38
- CHAFI A., 1998** – Contribution à l'étude de l'influence de la végétation sur l'érosion pluviale (cas de la région de la région de Hammam Bouhrara). Mém. Ing. Eco. Inst. Scien. Natur. Univ. Tlemcen. 105 p.
- CHEBAB S., 2009** – Rôle des espaces fourragères dans la réhabilitation des sols contre l'érosion dans la région de Maghnia : cas d'*Atriplex halimus*. Thèse d'Ing. For. Univ. Tlemcen. 73p.
- COTE M., 1983** - L'espace algérien. Les prémices d'un aménagement. Alger, OPU, 278 p.
- CUDENNEC C., 2000** - Description mathématique de l'organisation du réseau hydrographique et modélisation hydrologique. Thèse Doct. de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, France, 198 p. + annexes.
- DACHARRY M., 1999** - Dictionnaire français d'hydrologie, Comité National Français des Sciences Hydrologiques, Commission de terminologie.
- DAGET Ph. ,1977** – Un élément actuel de la caractérisation du monde méditerranéen : le climat. Not. Mons. P., H. S., pp 101 – 126.

- DAGET Ph. ,1980.** – Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, mode de caractérisation : Végétation. pp 1 – 20.
- DAHANE B., 2006** – Incidence des facteurs écologiques sur les accroissements du liège de quelques subéraies oranaises. Thèse Mag. Sci. Univ. Tlemcen, 130 pages.
- DEBRACH J. ,1953** – Note sur les climats du Maroc Occidental, Maroc Méridional. 1134 pages.
- DEMMAK A., 1982** - Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides en Algérie septentrionale. Thèse doct. Ing. Pari323Op.
- DEMOUTIEZ N. & MACQUART H., 2009** - les grandes questions de l'environnement, Paris, Ed. L'Etudiant, p. 82.
- DERANCOURT F., 1995** - Erosion des terres agricoles, méthodologie proposées à l'étude de bassins versants agricoles. Rapport Chambre d'Agriculture Pas-de-Calais.
- DIANE M., 2005** - *Impacts environnementaux des pistes rurales à Fada N'gourma. EIER - Master en développement.*
- DJEBAILI S., 1984** – Steppe algérienne, physiologie et écologie. O. P. U. Alger, 127 pages.
- DURAN J., 1954** – Les sols d'Algérie. Edition, G. G. A., Alger 244 p.
- EMBERGER L., 1939** – Aperçu général sur la végétation du Maroc. Soc. Sci. Nat. Maroc, Neroff, Geobol, lost, Ribel, 14 heft, Zurich, pp 40 - 157.
- EMBERGER L., 1930** – La végétation de la région méditerranéenne, Essai d'une classification des groupements végétaux. Rev. Gen. Bot, pp 43, 641 – 622 et 705 - 709.
- EMBERGER L., 1955** – Une classification biogéographique des climats. Recueil.
- EMBERGER L., 1942** – Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique. Bull. Sx. Hist. Nat. Toulouse, pp 97 – 124.
- ESTIENNE P. & GODRON A., 1970** – Climatologie. Collection tetroclinnaire marocaine. Thèse 3° cycle. Univ. Aix. Marseille.
- FAO, 1977** - International scheme for the coordination of dairy development. Arab Republic of Egypt, draft report. Document AGA/EG/, 1977. FAO, Rome, pp. 33–36.
- FAO, 1983** - Rapport de la Consultation technique sur la régulation de l'effort de pêche (mortalité par pêche). Réunion préparatoire à la Conférence mondiale de la FAO sur l'aménagement et le développement des pêches. Rome, 17-26 janvier 1983. FAO Rapp. Pêches, (289): 36 p. Publiées aussi en anglais et espagnol.
- FAO, 1990** - La conservation et la restauration des terres en Afrique. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture_ Rome, 1990. [En ligne] [Version originale, consultée le 29.10.2008].
- FAO, 1999** - Agriculture durable et la conservation des sols et des eaux à caractère participatif dans les montagnes humides, Rome, 32p.
- FAO, 2001**- Le futur de nos terres : Faire face au défi. Directive pour la planification intégrée de l'aménagement des ressources en terre, Rome, 77p.

- FAO/PAM, 2005** - Rapport spécial d'évaluation des récoltes et des disponibilités alimentaires en Haïti.
- FEROUANI F., 2001.** - Contribution à une étude écologique syntaxonomique du parc de Tlemcen (Versant Nord). Mém. D'Ing. Univ. Tlemcen, 159 pages.
- GAUSSEN H., 1954.** - Géographie des plantes. 233 pages.
- GAUVIN D., 2000** - Inventaire des zones sensibles à l'érosion des sols en vallée d'Authie dans une perspective d'application des mesures agri-environnementales. Mém. D.U.E.S.S. "Eau et Environnement", D.E.P., Univ. Picardie Jules Verne, 105 p. + annexes et cartes.
- GEILFUS F., 1989** - El árbol al servicio del agricultor: Manual de agroforestería para el desarrollo rural, Vol 1. Principios y Técnicas. CATIE y Enda-Caribe. Santo Domingo, República Dominicana.
- GHENIM A., 2001** - Contribution à l'étude des écoulements liquides et des dégradations du bassin versant de la Tafna : cas d'Oued Isser, Oued Mouilah et la haute Tafna. Mém. Mag. Dép. Hydrau. Univ. Tlemcen, 192 p.
- GLOSSAIRE INTERNATIONAL D'HYDROLOGIE, 1992** - Association Internationale des Sciences Hydrologiques, www.cig.ensmp.fr
- GOMER D., 1996** - doublement et érosion dans des petits bassins versants à sols marneux sous climat semi-aride méditerranéen. GTZ. RFAJ207p.
- GOSSELIN B. et al., 1986** - La dégradation des sols agricoles. In Bulletin technique, N° 13 pp15-18.
- GREENLAND D. J., 1996** - Choyez la Terre: Aménagement des Sols pour une Agriculture Durable et la Protection de l'Environnement sous les Tropiques, Rome, FAO, 32p.
- G.T.Z. 1996** - L'aménagement des zones marneuses dans les bassins versants des montagnes de l'Atlas tellien semi-aride. GTZ .R.F.A 142p.
- HAMOUNI M., TOUAF L., CHEKIRED Z., 2004** - Analyse du sol intérêt agronomique. Institut National des Sols, de l'Irrigation et de Drainage (INSID). 28p.
- HARTWICK J.M., 1977** - Intergenerational equity and the investing rents from exhaustible resources, The American economic review.
- HERNANDEZ B. E., 1991** - Financement de l'aménagement des sols en Amérique latine: Étude rapide de sept pays. In Bulletin pédologique de la FAO- 64.
- HEUSCH B., 1982** - Etude de l'érosion et des transports solides en zone semi-aride. Recherche bibliographique sur l'Afrique du Nord..Projet RAB/80/04. PNUD g. 83p.
- HONERMA H., 1992** - "La socio-économie et l'érosion". In : Séminaire de planification du projet pilote d'aménagement intégré du bassin versant de l'Oued Mina, Relizane, Algérie.
- JEAN-PIERRE J. D., 1984** - L'Aménagement des Bassins Versants face aux contraintes paysannes. Une analyse de la lutte antiérosive en Haïti. Thèse de Maîtrise. Université Laval, Québec, Canada, 162p.
- JOSEPH F.R., 2003** - Diagnostic de la dégradation du bassin versant de la rivière de Fonds-Verrettes en vue de son aménagement. Mémoire de fin d'études agronomiques, UEH/FAMV, Damien, Haïti, 49p.

- KANGAMUTIMA ZABIKA C. 2009** - La protection pénale de l'environnement en droit congolais. Université protestante au Congo - Licence en droit privé et judiciaire. Mémoire. Licence. 113p.
- KOOHAFKAN A.P., & LILIN CH., 1989** - Arbres et arbustes d'Haïti : Utilisation des espèces ligneuses en conservation des sols et en aménagement des bassins versants. Centre de Formation en Aménagement des Bassins Versants. FAO. Port-au-Prince.
- KOURI L., 1993** - L'érosion hydrique des sols dans le bassin versant de l'oued Mina (Algérie). Etude des processus et types fonctionnels des ravins dans la zone des marnes tertiaires. Thèse de Doct. Strasbourg 938p.
- LAHLOU A., 1995** - Etude actualisée de l'envasement des barrages au Maroc. Revue des sciences de l'eau, n° 6, pp. 337-356.
- LAOUINA A., 1998** - Dégradation des terres dans la région méditerranéenne du Maghreb. Bull. Réseau - Erosion N° 18, Ed. IRD (Ex. Orstom), Montpellier, pp 33- 53.
- LE HOUREROUX H. N., 1979** - La désertification des régions arides. Vol.10, 19 pages.
- LUDWIG B., 1992** - L'érosion par ruissellement concentrée des terres cultivées du Nord du Bassin Parisien. Thèse, Univ. Louis Pasteur, Strasbourg, 200 p.
- M' HIRIT O., 1993** - Biodiversité et conservation in situ au Maroc. Réseau des ressources phytogénétiques pour la zone l'Asie et de l'ouest et de l'Afrique du Nord. Smyrne. Turquie. pp5.
- MICHAELSEN T., 1991** - Approches participatives de l'aménagement des bassins versants. In Bulletin pédologique de la FAO-64.
- MINISTERE DE L'EQUIPEMENT ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE, 1995** - "Demain l'Algérie". L'état du territoire. La reconquête du territoire. Alger, OPU, 432 p.
- PIERRE R., 2002** - Diagnostic de la dégradation du bassin versant de la rivière Mancelle à Gos Morne. Mémoire de fin d'étude agronomique. FAMV, Damien, 68p.
- PREVIL C., 1993** - Elaboration d'un cadre référentiel pour l'aménagement d'un espace régional en Haïti : L'arrondissement de Miragoâne ». Thèse de Maîtrise, GREATAM, Québec, 179 p.
- QUEZEL P., 1976.** - Les forêts du pourtour méditerranéen : écologie, conservation et aménagement. Note. Tech. MAB 2. UNESCO. Paris, pp 9 - 34.
- QUEZEL P., 2000.** - Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéenne. Ibis Press, Paris, 117p.
- REGIS G. & ROY A., 1999** - Manuel pratique de conservation des sols d'Haïti, Port-au-Prince, Haïti, MARNDR, 133p.
- REMAOUN K., 1996** - Evolution géomorphologique du bassin versant de l'oued Tafna (Algérie, Oranie occidentale). Thèse Doc., Inst. Geog. Amég. Terri., Univ. sénia, Oran, 549p (pp 5- 47, 490-524).
- REMINI B., 1999** - Envasement des barrages dans le Maghreb. *Bull. Int. de l'Eau et de f'Env.* 22, 4 - 8.
- REMINI B., 2000** - L'envasement des barrages: quelques exemples algériens. Maître de conférences Université de BLIDA Algérie
- RIAD S. & SALIH A., 1999** - Options for future water security in the Arab Countries. In: *The First International conference on the geology of Africa, Egypt* vol. I. 459 - 466.

- RINALDO, A. & RODRIGUEZ-ITURBE, I., 1996 - Geomorphological theory of the hydrological response. *Hydrol. Processes*, Vol. 10, 803-829.
- RIVAS – MARTINEZ S., 1982 - Les étages bioclimatiques de la *Péninsule ibérique*. *Anal. Bot. Mdrid.*, pp 193 – 239.
- RODRIGUEZ F., 1999 - Intérêt des banques de données urbaines pour l'hydrologie. Détermination des fonctions de transfert de bassins versants urbains. Thèse, INPG -19, p 1021–1035.
- RODRIGUEZ JY., SEMPERE TORRES D., OBLED CH., 1991- Prévisions des crues dans les petits bassins versants de montagne. Prise en compte de la variabilité spatiale des pluies et des mécanismes de production par l'approche DPFT. *La houille Blanche*, n°5.1991, 341-348.
- ROOSE E., 1991-Conservation des sols en zones méditerranéennes. *Cah Orstom, Sér. Pédol.* Vol XXVI, N° 2.
- ROOSE E., 1994 - Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). Service des sols - ressources, aménagement et conservation. Division de la mise en valeur des terres et des eaux. In bulletin pédologique de la FAO-70, Rome, 420 p.
- ROOSE E. & BARTHÈS B., 2001 - Organic matter management for soil conservation and productivity restoration in Africa. *Nutrient Cycling in Agrosystems*, 61: 159-170.
- ROOSE E., ARABI M., BRAHAMIA K., CHEBBANI R., MAZOUR M., MORSLI B., 1993 - Erosion en nappe et ruissellement en montagne méditerranéenne algérienne. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, 28 (2) :289-308.
- SAID A., 1991- Erosion spécifique et prévision de l'envasement des barrages. Actes du colloque sur l'érosion des sols et l'envasement des barrages. Alger 1-3 décembre. pp.204-226.
- SAINT-NATUS J., 2005 - Projets et programme de développement local à Marmelade: Fiches techniques de projets de développement local.
- SAINT PREUX J.F.K., 2002 - Diagnostic de la dégradation du bassin versant de la rivière Massac en vue de son aménagement (Région des Palmes, Petit Goâve). Mémoire d'Ingénieur-Agronome, UEH/FAMV, Damien, Haïti 71 p.
- SAUVAGE Ch., 1963. - Etages bioclimatiques. Atlas du Maroc. Notice explicative, Sec. II. Phys. Du Globe et Météorologie, 44 pages.
- SELKA G. & DEBBAL Z., 2008 - Evaluation des effets environnementaux du oued Mouilah sur la Pérennité du Barrage Hammam Boughrara. Maître Assistant chargé de cours à l'Univ. Tlemcen Faculté des Sciences de l'Ingénieur BP 230, 13000 Tlemcen, Algérie.
- SNELL J. D. & SIVAPALAN M., 1994 - On geomorphological dispersion in natural catchments and the geomorphological unit hydrograph. *Water Resour. Res.* 30, 2311– 2323.
- SOLTNER D., 1992 - Base de la production végétale. Coll. Sciences et techniques agricoles. Jacques Beauchamp juillet 2006.
- STEWART P., 1969. - Quotient pluviométrique et dégradation bio sphérique : quelques réflexions. *Bull. Vocum. Hist. Agr. Phase.* , pp 1 - 4.
- TAABNI M., KOUTI A., 1993 - Stratégies de conservation, mise en œuvre et réactions du milieu et des paysans dans l'ouest algérien. *Bull. Réseau Erosion*, 13 : 215-229.

- TINTHOIN R., 1948 – Les aspects physiques du Tell Oranaise. Ed. I. Fouque, Oran, 589 p + annexes.
- TURRIL W. B., 1929 - Plant life of the Balkan Peninsula. A phytogeographical. Study. Clarend on press. Oxford.
- ULYSSE S., 2001 - Etude-Diagnostic des bassins versant Laplace et Simonnette (Commune Dessalines). Mémoire de fin d'étude agronomique, FAMV, Damien, Haïti, 54.
- ULYSSE B., 2008 - Contribution à l'élaboration d'un plan d'aménagement du bassin versant de la rivière Coupe à l'Inde. Université d'Etat d'Haïti, Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV) – Ing. Agronome, pp 42.
- WACHTER S., 2000 – L'aménagement durable: défis et politiques. Les presses de : Horizon groupe. Editions de l'aube datar N° 728, Diffusion seuil. Série Bibliothèque des territoires, p34.
- WALTER H. & LIETH H., 1960 – Climadiagram weltathas. Jerrafishar. Lena. Écologie Medit. Tome XVIII. Univ. De droit, d'économie et des sciences d'Asie Marseille III.
- YVIO G., 2010 - Evaluation de l'Erosion dans le bassin versant de la rivière Grise (Haiti). Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique - Master en gestion des Risques Naturels.
- ZEKRI N., 2001. – Analyse des aménagements anti- érosifs dans le micro-bassin versant du village Tafna tout juste à l'amont du barrage de Hammam Boughrara – Tlemcen. Thèse d'ing, foresterie, Univ de Tlemcen, 67p.
- ZEKRI N., 2003. – Analyse du facteur de l'agressivité climatique et son influence sur l'érosion et le ruissellement dans le bassin versant de la Tafna (Nord- ouest Algérien). Thèse Magister : Univ. Tlemcen, 106 pages + annex.

Les sites consultés

Web1: <http://www.fao.org/docrep/007/j4119f/4119f00.htm>.

Web2: <http://www.fao.org/docrep/z5700/z5700f04.htm>.

Web3: <http://www.fao/docrep/u11510f/u11510f01.htm#>.

Web4: <http://www.fao.org/docrep/T1765F/t1765f06.htm#>.

Web5: http://www.eau-tensift.net/fileadmin/user_files/doc/marches/2009_06/reg_15_2009.doc
(CAHIER DES PRESCRIPTIONS SPECIALES N°15/2009/ ABHT).



ANNEXES

Mode opératoire

MODE OPERATOIRE GRANULOMETRIQUE METHODE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE (NFP94 – 056 MARS 1996)

- Vérifier la nature de sol, par identification sommaire :
 - Si les sols insensibles à la chaleur : les opérations de séchage se font à la température de 105 °C ;
 - Si les sols sensibles à la chaleur : les opérations de séchage se font à la température de 50 °C ;
 - En cas de doute, le matériau est traité comme s'il était sensible à la chaleur.

- Procéder à une prise d'essai sur le matériau prélevé conformément aux identifications ;
- Eliminer les éléments de dimension supérieure à diamètre maximale (éventuellement après broyage) ;
- Poursuivre avec un échantillonnage intermédiaire sur le passant au tamis d'ouverture de maille (dc carré) ;
- $5 \leq dc \leq$ diamètre (en mm), échantillonnage.

I- PREPARATION DE L'ECHANTILLON :

1-1 Partage de l'échantillon ;

1-2 Traitement du refus au tamis d'ouverture dc :

- ◆ Lavage ;
- ◆ Séchage ;
- ◆ Tamisage à sec ;
- ◆ Pesage des refus.

1-3 Traitement du passant au tamis d'ouverture dc :

- ◆ Préparation ;
- ◆ Trempage ;
- ◆ Lavage ;
- ◆ Séchage ;
- ◆ Tamisage ;
- ◆ Pesage de refus.

II- EXPRESSION DES RESULTATS :

2-1 Pourcentage massique de refus

2-2 Pourcentage massique de passant

2-3 Présentation des résultats

2-3-1 Tableau des résultats (Analyse granulométrique par tamisage à sec après lavage effectuée conformément).

2-3-2 Présentation graphique des résultats de l'analyse granulométrique.

2-3-3 Calcule des facteurs de courbure et d'infirmé.

MODE OPERATOIRE DE L'ANALYSE
SEDIMENTOMETRIQUE

Préparation de l'échantillon à l'essai :

- Faire passé l'échantillon de sol au tamis 80 μm ;
- Recueil avec son eau de lavage dans un bac puis laissé décanter ;
- Siphonner l'eau de bac sans entrainer d'élément fin ;
- Placer le bac dans une étuve pendant 4h dans le cas d'un étuve 105°C et 8h dans une étuve à 50 °C ;
- Retirer et faire une première pesée ;
- Placer une nouvelle fois le bac dans une étuve ;
- Peser une nouvelle fois le bac (la masse de deux pesées varie pas de plus 2/1000) ;
- Désagréger le sol à l'aide du mortier puis homogénéiser et prélever une prise d'essai de 80g \pm 10g ;
- Introduire la prise d'essai dans le récipient utiliser avec l'agitateur mécanique, ajouter 500 cm³ du mélange (440 cm³ eau distillée + 60 cm³ d'une solution à 5% d'hexamétaphosphate de sodium préparée et conservé à l'abri de la lumière depuis moins d'un mois ;
- Laisser imbiber pendant au moins 15h à la température ambiante ;
- La prise d'essai est dispersée dans la solution d'eau et de défloculant au moyen de l'agitateur mécanique qui doit fonctionner pendant 3 minute minimum à 1000tr/min ;
- Verser la suspension dispersée dans une éprouvette d'essai (immédiatement après la fin de l'agitation mécanique) ;
- Rincer le récipient ainsi que l'arbre et les palettes de l'agitateur avec de l'eau distillée (le liquide de rinçage est recueilli dans l'éprouvette afin d'éviter de perdre une partie de l'échantillon de sol de transfert) ;
- Compléter par de l'eau distillé jusqu'à 2000 cm³ ;
- Verser 2000 cm³ de la même eau distillé dans un second éprouvette témoin est y plonger le thermomètre et le densimètre parfaitement propre ;
- Agiter vigoureusement verticalement la suspension au moyen de l'agitateur manuel pour obtenir une concentration uniforme sur toute la hauteur de l'éprouvette ;
- Retirer l'agitateur manuel et déclencher au même moment le chronomètre : par convention il s'agit du début de l'essai ;
- Plonger le densimètre avec précaution dans la suspension immédiatement après le déclencheur du chronomètre ;
- Faire les lectures depuis le début de l'essai aussi longtemps que nécessaire ; au temps suivant en minute : 0,5- 1 – 5 – 10 – 20 – 40 – 80 – 240 – 1440 ;
- Noter à chaque lecture la densité de la solution à 0,0001 près et la température de l'eau se trouvant dans l'éprouvette témoin à 0,1 °C près ;
- Faire les lectures du densimètre au sommet du ménisque ;
- Procéder au trois premières lectures à 0,5 – 1 et 2 minutes, sans retirer le densimètre de la solution ;
- A partir de la troisième lecture, retirer le densimètre de la solution après chaque mesure, le nettoyer puis le plonger dans l'éprouvette d'eau distillé ;
- A partir de la quantité lectures (faite au temps t = 5 min) plonger le densimètre avec précaution dans la solution au minimum 30 avant la mesure.

DETERMINATION DE LA TENEUR PONDERALE
EN MATIERE ORGANIQUE D'UN SOL
(NFP 94-055)

DEFINITION

La teneur en matière organique (**MO**) est le quotient de la matière organique contenues dans un échantillon du sol ; par la masse des particules solides.

MODE OPERATOIRE

Préparation de l'échantillon du sol :

- étuver l'échantillon du sol à 50°C pendant 1 à 8 jours ;
- broyer dans un mortier environ 50g de l'échantillon ;
- Recueillir les éléments passants au tamis 315 μ (micron) ;
- Prélever une masse comprise entre 0,1 et 1 g soit micron.

ESSAIS PRELIMINAIRE :

- Ajouté à la prise d'essais contenue dans un ballon 10 cm³ de la solution de dichromie de potassium (4%) puis 15 cm³ d'acide sulfurique concentré;
- Agiter pour bien imbiber;
- Mettre le ballon sur un chauffage- ballon puis le raccorder à une colonne réfrigérante;
- Chauffer modérément et maintenir une ébullition franche et douce pendant 5 mn après condensation et chute de la première goutte.

DOSAGE DE LA TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE

- L'opération de dosage à lieu lorsque la température de la solution est comprise entre 18° et 24°.
- Transvaser le contenu du ballon dans un bécher ;
- Ajouter 200 cm³ d'eau distillée, 7 à 8 cm³ d'acide orthophosphorique concentré et 5 à 10 gouttes de diphénylamine;
- Placer le bécher sur agitateur magnétique, et tirer le contenu du bêcher par la solution de sulfate double d'ammonium et de fer (0,2 mole/l) ;
- La teinte passe du brun au violet, au bleu puis au vert émeraude;
- Rincer le ballon et réintroduire le produit de rinçage dans le bêcher a couleur redevient violette;
- terminer le tirage jusqu'à obtention de la couleur vert émeraude;
- Soit V1 le volume de sulfate double d'ammonium et de fer versé.

ESSAI SUR SOL TEMOIN

- Le processus opératoire est utilisé pour un sol témoin (sable siliceux). Soit V2 le volume lu sur burette après titrage.

RESULTATS

$$\text{MO} = 104,5 (V2-V1) / m.$$

MODE OPERATOIRE
DE L'ESSAI D'EVALUATION DES CARBONATES
NORME (NA 2789)

1/PREPARATION DE L'ECHANTILLON

- Prélever une masse $m = 0,5$ g de l'échantillon ;
- Broyer la masse jusqu'à passage total au tamis 0,2 mm ;
- Placer le tamisât dans un flacon.

2/ DETERMINATION DE L'HUMIDITE RESIDUELLE

- Prélever $m_3 = 5g \pm 0,001$ de la masse m ,
- Déterminer l'humidité résiduelle.

3/ PRISE D'ESSAI

- Passé une masse m_1 à partir de la masse m ;

4/ ATTAQUE

- Verser la prise m_1 dans la fiole ;
- Introduire le tube (contenant 10 ml de solution d'acide chlorhydrique) ;
- Relier la fiole au calcimètre ;
- Equilibrer les pressions en ramenant au zéro de la colonne, le niveau d'eau de l'ampoule ;
- Verser l'acide contenu dans le tube sur la prise d'essai ;
- Agiter énergiquement, en évitant tout réchauffement ;
- Suivre et équilibrer en permanence, le niveau d'eau de la colonne et celui de l'ampoule ;
- Noter le volume V de gaz dégagé.

5/ ETALONNAGE

- Dans les mêmes conditions de température et de pression et avec les mêmes réactifs, procéder selon les étapes précédentes avec des prises d'essai de 0,050g, 0,100g, 0,200g, 0,300g de carbonate de calcium.
- Noter les volumes correspondants
- Déterminer la courbe d'étalonnage
- Déterminer la masse m_2 de carbonate contenu dans la prise d'essai à partir du volume V .

6/ EXPRESSION DES RESULTATS

- Teneur en carbonate ($Ca CO_3$) de l'Echantillon

$$\text{Sec (\%)} = (100 \times m_2/m_1) \times 100 / (100 - h).$$

m1 : la masse en gramme de prise d'essai ;
m2 : la masse en gramme de carbonate de calcium contenu dans la prise d'essai,
déterminés à partir de la courbe d'étalonnage ;
h : l'humidité résiduelle de l'échantillon.

Remarque : Exprimer les résultats avec un chiffre significatif après la virgule pour des teneurs en Ca CO₃ inférieur à 10 % à l'unité pour des teneurs supérieures.

CLASSIFICATION DES SOLS

0 à 5%	→	Limon
5 à 10%	→	Argile
10 à 30%	→	Argile marneuse
30 à 70%	→	Marne
70 à 90%	→	Calcaire marneux
90 à 100%	→	Calcaire.

DETERMINATION DES SULFATES **(Identification)**

On met dans un bécher :

- 1g de sol (tamisât du tamis 0,2 mm)
- Ajouter 100 ml HCL à 10 %
- Chauffer jusqu'à l'ébullition, puis filtrer ;
- Le filtrat obtenu est ajusté à 250 ml ;
- Prend 100 ml et chauffé légèrement;
- Ajouter 10 à 20 ml de Chlorure de Baryum (Ba CL₂) à 10 %;
- Filtrer sur papier filtre bande bleu;
- Placer le papier filtre à l'étuve 110° C (prés chauffage) ;
- Calciner le contenu du creuset au four à moufle à t = 950° C (Calcination complète)

- Soit, P1 le poids du creuset initial.
- Soit, P2 poids du creuset final.

$$\text{SO}_4 \% = 0,4114 \times (P2-P1) \times 100$$

DETERMINATION DES CHLORURES

On prend dans un bécher :

- 1g de sol ;
- Ajouter 100 ml d'eau distillé ;
- Chauffer jusqu'à l'ébullition, puis filtrer ;
- Le filtrat obtenu est ajusté à 100 ml ;
- Ajouter au filtrat quelque gouttes de chromate de Potassium (K_2CrO_4) à 5% ce qui donne une coloration jaune ;
- Titrer avec le nitrate d'argent ($AgNO_3$) versé.

$$\% CL = T \times 0.355$$

MODE OPERATOIRE DE L'ESSAI DE LA TACHE

(BLEU DE MYTILENE)

NFP 94-068

- Régler l'agitation à une vitesse $V_i = 400$ tour/minute ;
 - Introduire 5 à 10 m³ de solution de bleu de méthylène selon l'argilosité estimé du matériau ;
 - Au bout de 1 minute 6 – 10 seconde procéder à l'essai de la tache sur papier filtre ;
 - La goutte prélevé doit former un dépôt central compris entre 8 mm et 12 mm de diamètre ;
 - Procéder à des injections successives par pas de 5 à 10 cm³ (selon l'argilosité du matériau) de solution du bleu jusqu'à ce qui apparaisse une auréole bleu clair dans la zone humide ;
- 1- Si la tache est négative, procéder à des injections successive par pas de 5 à 10 cm³ jusqu'à l'apparition de l'auréole
 - 2- Si l'auréole bleu clair disparaît avant la cinquièmes minute, procéder à des nouvelles injections de bleu avec des pas de 2 à 5 cm³ ;
 - 3- Renouveler ces opérations jusqu'à ce que l'essai devient positif pendant cinq minutes consécutives.
- Déterminer le volume total du bleu
 - Laver abondamment et rincer à l'eau claire le récipient et les accessoires en contact avec la suspension de sol et de bleu.

$$V_{bs} = V/M \times \text{la fraction du tamis 5 mm}$$

MODE OPERATOIRE D'ANALYSE DU pH

- Peser 20g de terre fine séchée à l'air (éléments < 2 mm) et les introduire dans un bécher de 100 ml ;
- Ajouter 50 ml d'eau distillé bouillie ;
- Brassier énergiquement la terre de manière à obtenir une suspension, soit avec un agitateur en verre, soit avec un agitateur mécanique durant quelques minutes ;
- Abandonner pendant 2 heures le contenu du bécher ;
- Avant de procéder à la mesure de pH, procéder à l'étalonnage du pH mètre ;
- Juste avant d'introduire l'électrode dans la solution, remettre en suspension toute la terre à l'aide d'un agitateur ;
- La lecture de pH se fait lorsque l'aiguille de l'appareil s'est stabilisée, en général la stabilisation est acquise au bout d'une minute, parfois elle ne se fait qu'au bout de 2,3 ou 4 minutes ;
- Après chaque mesure rincer les électrodes avec de l'eau distillée et les essuyer avec du papier joseph.

Tableau représentant les normes de pH du sol (Rapport sol /eau = 2/5)

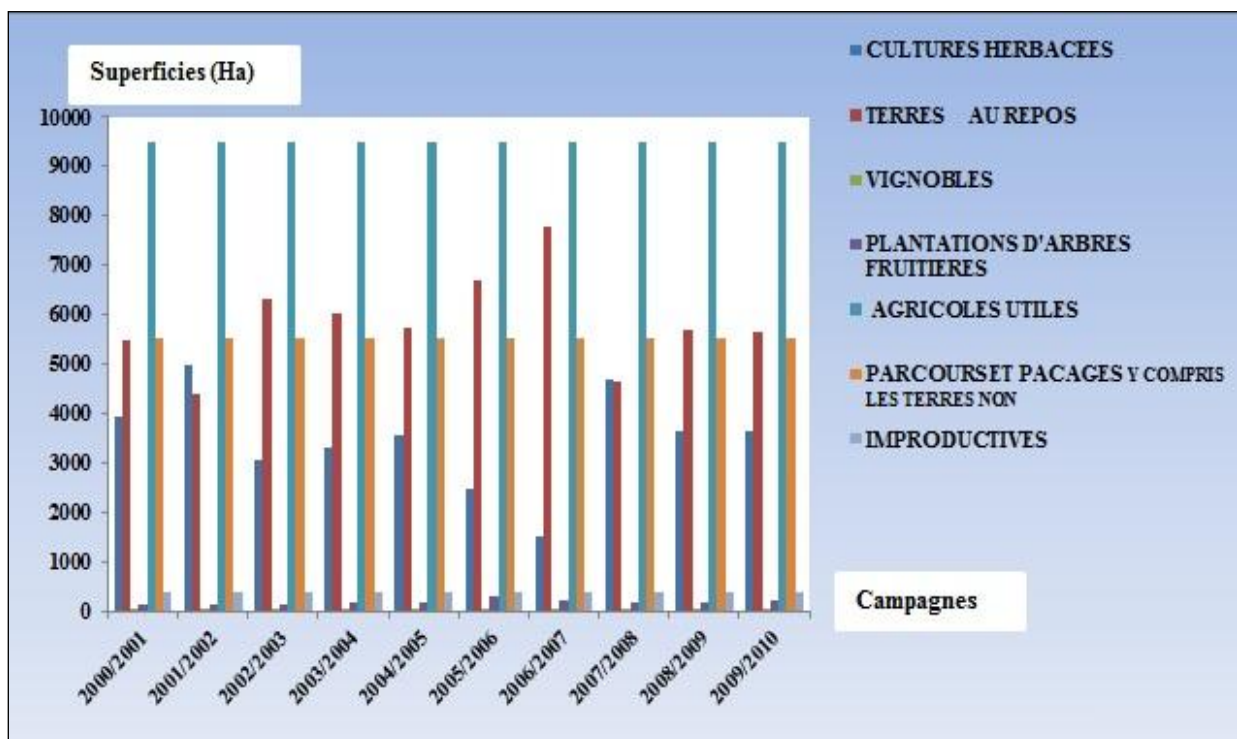
pH	< 3,5	3,5 – 5,0	5,0 – 6,5	6,5 – 7,5	7,5 – 8,7	> 8,7
Qualificatif	Hyper acide	Très acide	Acide	Neutre	Basique	Très basique

Occupation du sol de la commune de Hammam Boughrara

DSA de Tlemcen

SUPERFICIE DES TERRES UTILISEES PAR L'AGRICULTURE

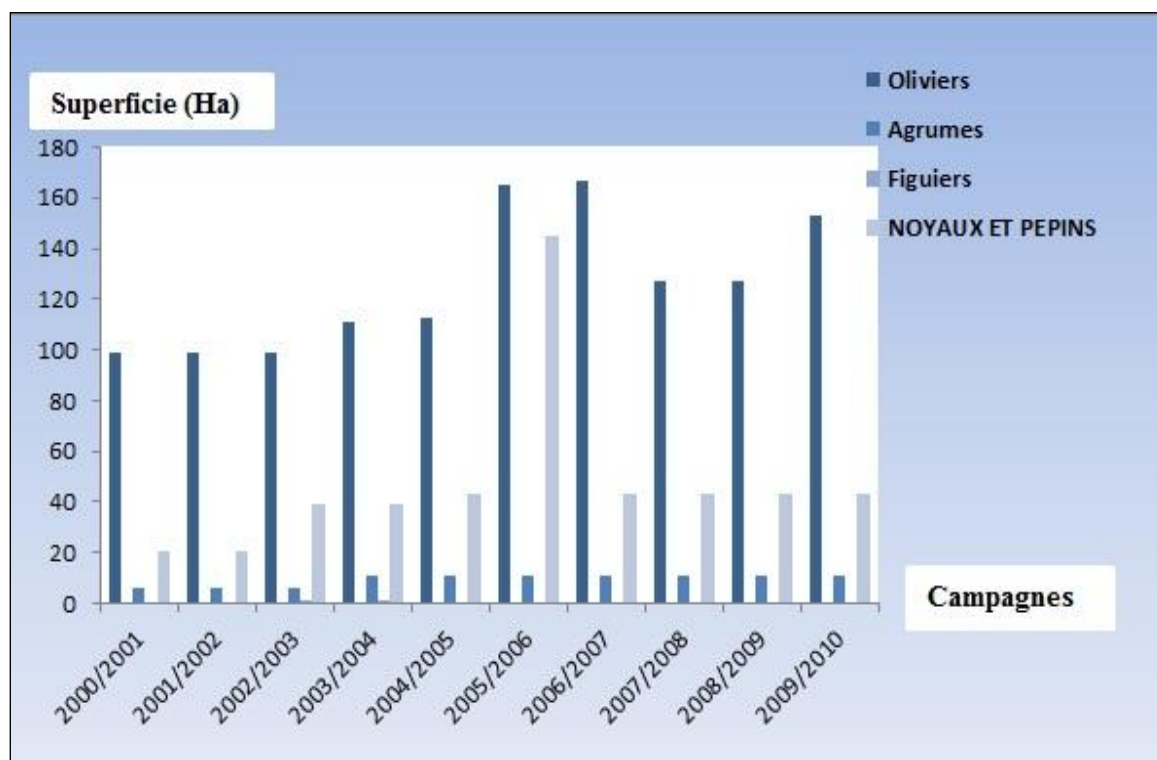
COMMUNES OU DAIRA	SECTEUR	TERRES LABOURABLES		TERRE DES CULTURES PERMANENTES			SURFACES		TERRES IMPRODUCTIVES	SURFACES AGRICOLES TOTALES
		CULTURES HERBACEES	TERRES AU REPOS	PRAIRIES NATURELLES	VIGNOBLES	PLANTATIONS D'ARBRES FRUITIERES	AGRICOLES UTILES S.A U.	PARCOURS ET PACAGES y compris les terres non défrichées et les broussailles		
		(Ha)	(Ha)	(Ha)	(Ha)	(Ha)	(Ha)	(Ha)		
H.Bougrara	Colonnes	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	2000/2001	3913	5458	0	5	126	9502	5509	370	15381
	2001/2002	4964	4407	0	5	126	9502	5509	370	15381
	2002/2003	3044	6298	0	15	145	9502	5509	370	15381
	2003/2004	3322	6001	0	17	162	9502	5509	370	15381
	2004/2005	3576	5742	0	17	167	9502	5509	370	15381
	2005/2006	2460	6704	0	17	321	9502	5509	370	15381
	2006/2007	1506	7758	0	17	221	9502	5509	370	15381
	2007/2008	4665	4639	0	17	181	9502	5509	370	15381
	2008/2009	3645	5667	0	9	181	9502	5509	370	15381
	2009/2010	3623	5663	0	9	207	9502	5509	370	15381



DSA de Tlemcen

SUPERFICIE DES PLANTATIONS D'ARBRES FRUITIERS

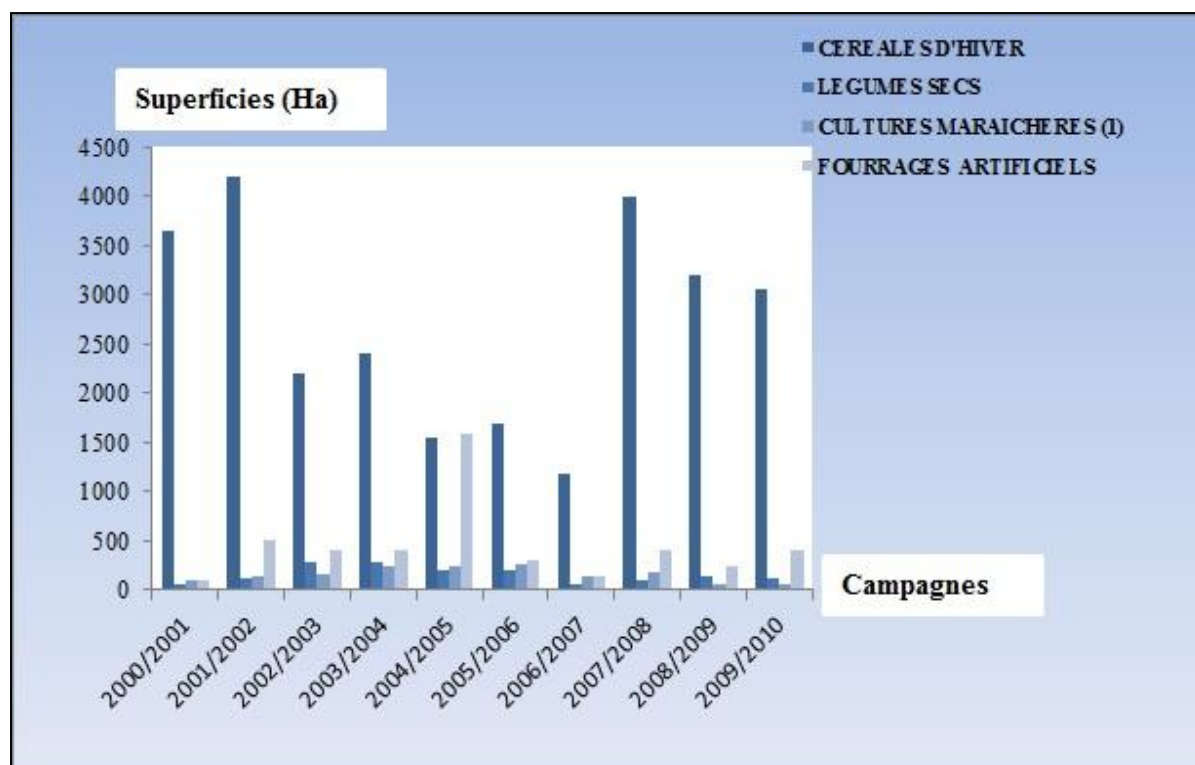
COMMUNES OU DAIRA	SECTEUR	SURFACES OCCUPEES PAR LES PLANTATIONS REGULIERES OU IRREGULIERES					SUPERFICIE
		Oliviers	Pamiers Dattiers	Agrumes	Figuiers	NOYAUX ET PEPINS	TOTALE
		(Ha)	(Ha)	(Ha)	(Ha)	(Ha)	(Ha)
H.Bouhrara	Colonnes	1	2	3	4	5	6
	2000/2001	99	0	6	0	21	126
	2001/2002	99	0	6	0	21	126
	2002/2003	99	0	6	1	39	145
	2003/2004	111	0	11	1	39	162
	2004/2005	113	0	11	0	43	167
	2005/2006	165	0	11	0	145	321
	2006/2007	167	0	11	0	43	221
	2007/2008	127	0	11	0	43	181
	2008/2009	127	0	11	0	43	181
	2009/2010	153	0	11	0	43	207



DSA de Tlemcen

CULTURES HERBACEES

COMMUNES OU DAIRA	SECTEUR	CEREALES	CEREALES	CULTURES	LEGUMES	CULTURES	FOURRAGES	AUTRES	SURFACE TOTALE DES CULTURES
		D'HIVER	D'ETE	INDUSTRIELLES	SECS	MARAICHES (1)	ARTIFICIELS	CULTURES	
		(Ha)	(Ha)	(Ha)	(Ha)	(Ha)	(Ha)	(Ha)	(Ha)
H.Bouhrara	Colonnes	1	2	3	4	5	6	7	8 = 1 à 7
	2000/2001	3660	0	0	50	103	100	0	3913
	2001/2002	4200	0	0	120	144	500	0	4964
	2002/2003	2200	0	0	280	164	400	0	3044
	2003/2004	2398	0	0	280	242	402	0	3322
	2004/2005	1550	0	0	210	236	1580	0	3576
	2005/2006	1700	0	0	200	260	300	0	2460
	2006/2007	1180	0	0	60	136	130	0	1506
	2007/2008	4000	0	0	90	175	400	0	4665
	2008/2009	3200	0	0	130	65	250	0	3645
	2009/2010	3050	0	0	110	63	400	0	3623



Les photos de site d'étude



Seuil en gabion et en pneu usagé qui ont resté en bonne état



Succession de seuil dans les lits de ravine de la zone d'étude



En premier plan un seuil en pierres sèches puis plus loin un autre seuil en pneu- usagé inondés par les atterrissements.



En premier plan un seuil en pneu- usagé puis plus loin un autre seuil en pierres sèches inondés par les atterrissements.

Photos montrant l'ouvrage combiné seuil gabion – pierres sèches – pneu usagé.