

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université des frères Mentouri Constantine1



Faculté des Sciences de la Nature et de la vie
Département de Biologie et Ecologie végétale

N° d'ordre 53/D3C/2018
N° de Série 03/Eco.V/2018

Thèse

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de doctorat 3^{ème} cycle
Filière : Biotechnologie, Biologie et environnement
Spécialité : Gestion durable des Ecosystèmes et Protection de
l'Environnement

Thème

Aménagement intégré d'un écosystème forestier : l'exemple de
Djebel El Ouahch à Constantine

Présentée par KEHAL Lamia

Soutenue le : 14/05/2018

Devant le jury

Président : M. ALATOU Djamel Professeur, université des frères Mentouri Constantine 1

Encadreur : M. BENDERRADJI M^{ed} El Habib Professeur, université des frères Mentouri Constantine 1

Examineur : M. BAZRI Kamel-eddine:Maître de Conférences, université Constantine 1

Examineur : M. BOUSSOUF Rabah, professeur, université des frères Mentouri Constantine 1

Examineur : M. HAFSI Miloud : professeur, université Ferhat Abbas Sétif 1

Année universitaire : 2017/2018



Remerciements

*Au terme de ce travail, il m'est agréable d'exprimer toute ma gratitude à :
Mr le Pr. BENDERRADI M^{ed} El Habib qui a accepté de diriger ce travail de recherche et qui n'a ménagé aucun effort pour m'orienter et de me donner des conseils, pour la réalisation de cette thèse. Qu'il trouve ici toute ma reconnaissance.*

Je tiens aussi, à remercier Mr le Pr ALATOU, D, Mr le Dr Bazri, K.E , Mr ARFA A.Z ,Mm BAAZIZ, N, et Mm Chaïb.G, pour leur soutien et leur encouragement, tout au long de ce parcours.

Mes profonds remerciements vont à tous les membres du jury qui ont bien voulu accepter de lire et d'évaluer ce travail.

J'adresse mes remerciements les plus chaleureux à monsieur Medjdoub Hocine, conservateur des forêts de la wilaya de Constantine pour son accueil au sein de ses services ainsi que Mrs MESBAHI, SAIGHI, MEGUOURA et toute l'équipe de la conservation qui ont bien voulu m'aider pour effectuer mes travaux sur terrain et la collecte des données et de la documentation ainsi que Mr Dib, des services agricoles de la ville d'Ain Abid, qui a contribué, en fournissant des données.

Je remercie infiniment Mr Pr THIERY, S.G., directeur du laboratoire IDEES à l'université de Caen, pour son accueil et qui m'a permis d'effectuer des travaux en géomantique et d'accéder à la bibliothèque de l'université pour la collecte des informations et des données.

Mes grands remerciements vont aussi à ma famille, mes amis et à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation ce travail.

 **Dédicace** 

*Avec l'aide de Dieu Tout Puissant, j'ai pu achever ce travail que je dédie à :
Mon papa AHCENE, à qui je dois mon éducation et mon instruction, que Dieu
lui accorde sa grâce infinie, aucune dédicace ne serait exprimer l'amour,
l'estime, le dévouement et le respect que j'ai pour lui. Ce travail est le fruit des
sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.*

*A ma chère et douce maman OUNASSA, qui m'a transmis la vie, l'amour, le
courage, qui s'est trop inquiétée pour cette recherche et qui a tant veillé pour
moi. Tu mérites tout l'amour du monde pour tous tes sacrifices depuis ma
naissance, durant mon enfance et jusqu'à l'âge adulte.*

Que Dieu vous protège et vous garde pour nous.

*A ma sœur IKRAM, les mots ne peuvent résumer ma reconnaissance et mon
amour pour elle, que Dieu vous protège, ma petite sœur.*

A mes grands parents

A mes tantes : AMEL, LYNDA, HASSIBA

A mes oncles : TAREK, ADEL, RABIE, Karim et MOSTAFA

A mes cousins et mes cousines

A : KARIM, WALID

*A mes amis : AMINE, MOUHAMED, YASSMIN, LOUBNA, BRAHIM, AICHA et
CHAIMA*

A toutes les personnes que j'aime....

LAMIA KEHAL



Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre I : analyse des composants du milieu physique	
Introduction.....	5
I.1. Présentation générale de la zone d'étude.....	5
I.1.1.Situations géographiques.....	5
I.1.2. Les grandes unités topographiques.....	7
I.1.2.1. Les montagnes.....	7
I.1.2.2. Les piémonts.....	9
I.1.2.3. Les glacis.....	9
I.1.2.4. Les terraces.....	9
I.1.2.5. La plaine colluvio-alluvial.....	9
I.1.2.6. La plaine alluvial.....	9
I.1.2.7. La vallée.....	10
I.1.2.8. Les cônes de déjection.....	10
I.1.2.9. Les dolines.....	10
I.1.3. Les types de pentes.....	11
I.1.4. Expositions.....	14
I.1.5. Aperçues géologiques.....	16
I.1.5.1.Description lithologiques de massif de Djebel El Ouahch.....	17
I.1.5.2. Tectonique et structure.....	22
I.1.6. La perméabilité.....	25
I.1.7. Situation pédologiques.....	25

I.1.8. Etude de couvert végétale.....	30
I.2. Paramètre morphométrie.....	34
I.2.1. Le réseau hydrographique.....	34
I.2.2. Les corrections torrentielle.....	35
Conclusion.....	37
 Chapitre II : Matériel et méthode	
Introduction.....	39
II.1. Collecte et saisie des données.....	39
II.1.1. Les données numériques.....	39
II.1.2. Les données graphiques.....	39
II.2. la saisie des données.....	39
II.3. La cartographie.....	40
II.4. Le calage.....	40
II.5. Sources des données utilisées.....	40
II.5.1. Les images satellitaires de Google Earthe.....	40
II.5.2. Le model numérique d'élévation (MNE).....	41
II.6. Données issus d'observations et d'enquête sur terrain.....	41
II.7. Méthodes de traitement des données.....	42
II.7.1. Acquisition des images satellites.....	42
II.7.2. Utilisation du système d'information géographique.....	44
II.7.2.1. Le georeferencement.....	45
II.7.2.2. Mosaïques des images satellites.....	46
II.7.2.3. La digitalisation.....	47
II.7.2.4. L'interpolation spatiale des données.....	48

II.7.2.5. Validation de l'interprétation des images satellites par les enquêtes de terrain.....	48
II.8. La télédétection.....	49
II.8.1. Les images.....	49
II.8.2. La correction radiométrique.....	49
II.8.3. La correction géométrique.....	50
II.8.4. Le prétraitement.....	50
II.9. L'échantillonnage.....	50
II.9.1. Préparation des échantillons pour l'analyse.....	51
II.9.2. l'analyse granulométrique.....	52
II.9.3. Les analyses chimiques du sol.....	54
Conclusion.....	61
 Chapitre III : Etude hydro climatique	
Introduction.....	62
III.1. Correction des données climatiques de la zone d'étude.....	63
III.1.1. Correction des données thermiques (T°C).....	64
III.1.1.1. Les Aptitudes thermiques.....	66
III.1.2. Correction des données pluviométriques.....	67
III.2. Le régime saisonnier.....	69
III.3. Autres paramètres climatiques.....	71
III.3.1. L'humidité relative à l'air.....	71
III.3.2. Durée d'insolation.....	71
III.3.3. L'évaporation.....	72
III.3.4. Le vent.....	73
III.3.5. Siroco.....	73
III.3.6. La gelé blanche.....	74

III.3.7. La neige.....	74
III.3.8. la grêle.....	75
III.3.9. Les orages.....	75
III.3.10. Le brouillard.....	76
III. 4. Ruissellement superficiel (R).....	77
III.5. Synthèse climatique.....	78
III.5.1. Indice DEBRACH (1953).....	79
III.5.2. Etage de végétation ou ozonation altitudinale.....	79
III.5.3. Indice de sécheresse de DEMARTONNE (1923).....	79
III.5.4. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN.....	80
III.5.5. Climagramme d'Emberger.....	83
III.6. Test des données.....	84
III.6.1. Homogénéité des observations (méthode de double cumule).....	84
III.6.2. Estimation des données manquante.....	85
III.6.2.1. La moyenne arithmétique.....	85
III.6.2.2. Utilisation du graphique de SELTZER.....	86
III.6.2.3. L'évaluation du gradient pluviométrique altitudinal.....	87
III.6.2.4. Variation spatio – temporelles des précipitations annuelles.....	88
III.6.3. Ajustement des précipitations annuelles à une loi de probabilité.....	89
III.7. Ruissellement de surface et l'apport moyen annuel.....	92
III.7.1. Estimation de lame d'eau écoulée.....	93
III.8. Les crues.....	94
III.8.1. Genèse des crues.....	94
III.8.2. Formules empiriques pour calculer du débit maximal probable.....	94

Conclusion.....	95
Chapitre IV : les risques et les contraintes	
IV.I.1. les contraintes du milieu lors l’exploitation.....	99
IV.I.1.1. Les contraintes climatiques.....	99
IV.I.1.2. Le reliefs.....	99
IV.I.2. Contraintes liées à la taille des exploitations.....	99
IV.I.2.1. le morcellement des terres agricoles.....	99
IV.I.2.2. dégradation écologiques des forêts.....	100
IV.I.2.2.1. Facteurs physiques.....	100
IV.I.2.2.2. Facteurs humains.....	100
IV.I.2.2.3. Facteurs du milieu naturel.....	100
IV.I.2.3. Les feux de forêts.....	101
IV.I.2.4. Les maladies.....	106
IV.I.3. Les contraintes de production.....	106
IV.I.4. Contraintes de production végétale.....	106
IV.I.4.1. Contraintes de production de céréales.....	107
IV.I.4.2. Contraintes de productions arboricoles.....	107
IV.I.5. Contraintes de production animale.....	107
IV.I.6. Contraintes d’activité économique.....	108
IV.I.7. La déforestation.....	110
IV.I.8. La pollution.....	111
IV.II. Etude de l’érosion.....	111
IV.II.1. Les principaux agents de l’érosion hydriques.....	112
Conclusion.....	120

Chapitre V : potentialités et valorisation du milieu

Introduction.....	122
I. Les potentialités et l'aspect socio économique.....	122
I.1. Commune de Ben Badis.....	122
I.1.1. La population.....	122
I.1.2. Structure de la population.....	125
I.1.3. La population scolarisée.....	127
I.1.4. La population en âge actif.....	128
I.2. Commune de Zighoud Youcef.....	130
I.2.1. La population globale.....	130
I.2.2. Les structures démographiques.....	131
II. valorisation des plantes aromatiques et médicinales (P.A.M).....	137
II.1. Fiche techniques des (P.A.M).....	138
II.1.1. Pin Pignon.....	138
II.1.2. Lentisque.....	139
II.1.3. Romarin.....	140
II.1.4. Caroubier.....	141
II.2. La répartition de plantes aromatiques et médicinales dans la région de Djebel El Ouahch selon leur utilisation.....	143
III. Potentialités en ressources forestières.....	144
IV. Potentialité agricole.....	147
IV.1. La production agricole dans la zone d'étude.....	148
IV.1.1. Les gros élevages.....	148
IV.1.2. Les petits élevages.....	148
IV.1.3. Les productions agricoles dans la zone.....	148
Conclusion	153

Chapitre VI : Aménagement

Introduction.....	155
I. Gestion de l'espace.....	155
I. 1. La gestion des ressources hydriques.....	155
I.1.1. La collecte des eaux de ruissellement.....	155
I.1.2. Les retenues collinaires.....	155
I.1.3. - L'aménagement des dolines en lavognes.....	156
I. 1. 4. Les barrages.....	156
II. L'infiltration maximale.....	157
II. 1. Le Gabionnage	157
II.2. L'épandage des eaux de ruissellement.....	158
II.3. La technique biologique.....	158
III. La préservation et la conservation des sols.....	160
II.1. Le travail du sol.....	160
III. 2. La stabilité structurale.....	160
III. 3. La correction torrentielle.....	160
III. 4. La nécessité de sensibilisation du paysan.....	161
VI. La gestion des ressources culturelles	161
VI.1. L'intensification de couvert végétale.....	161
VI.2. La conservation du patrimoine forestier.....	162
VI.3. La protection des pentes contre l'érosion.....	163
V. Aménagement intégré par classe.....	164
V.1 Les murettes en pierres sèche.....	167
V.2. Application d'un système d'élevage moderne.....	168
V.3. la conduite du pâturage.....	168
V.3.1. Prévoir l'exploitation des prairies.....	169
V.3.2. Prévoir les stocks fourragers.....	169
V.3.3. Gestion du pâturage.....	169
V.3.4. La complémentation au pâturage des vaches laitières.....	170
V.3.5. La mise à l'herbe : Les troubles liés à la mise à l'herbe peuvent être importants.....	171

V.4. Recommandations pratiques en élevage ovin.....	173
V.4.1. Les besoins d'entretien.....	173
V.4.2. Les besoins de production.....	173
V.4.3. Brebis en lactation.....	175
V.5. Pédologie et aptitude culturale et forestière.....	176
V.5.1 Les caractéristiques physiques et chimiques des sols de la zone d'étude...	177
V.6. Aptitude culturale en sec par type de sol.....	178
V.6. 1. Cultures annuelles.....	178
V.6. 2.Cultures maraichères.....	179
V.6. 3.Cultures arboricoles.....	179
V.7. Aptitudes culturales en irrigué par type de sol.....	179
V.7.1. Cultures annuelles.....	179
V.7.2. Cultures maraichères.....	179
V.7.3. Cultures arboricoles.....	180
V.8. caractéristiques écologiques des essences de reboisement.....	181
Conclusion.....	185
Conclusion générale.....	187

Référence bibliographique

Annexe

Introduction générale

A l'inverse des pays de la rive nord de la Méditerranée, les formations forestières de la rive sud sont en régression (Quézel, 2000). Au sud de la méditerranée, la plupart des forêts sont menacées, à des degrés divers. Cette régression est induite, surtout, par une action anthropique très marquée, due à une surexploitation (surpâturage permanent, coupes illicites et incendies de forêt) de ces milieux très fragiles et qui sont de plus en plus soumis à des contraintes naturelles localement sévères (Boudy, 1955 ; Ramad, 1997 ; Hammi *et al.* 2007). Cette régression ne se limite seulement, aux milieux forestiers mais menace aussi la biodiversité des zones pré-forestières et non forestières.

La pression induite par les activités humaine sur les différents espaces contribue à modifier, dans un premier temps, l'occupation du sol. Les formations végétales sont soumises dès lors à de multiple formes de dégradation, dues essentiellement à l'action du climat (période de sécheresse) et à l'action anthropozoogène croissante sur ce milieu (Sitayeb et Benabdeli, 2008 ; Quezel et Barbero, 1990).

Ya t'il encore des foreets en algere ? au cour des decennies récentes, les villes ont pris une telle ampleur, l'urbanisation marque tellement les paysages, les problèmes des citadins sont devenues tellement fréquent, que les écosystèmes agraires et notamment forestiers passent au second plan. Comme gommé, comme relevant d'une Algérie d'antan. Dans le domaine universitaires, les chercheurs s'échinent à décrypter les ville, concernant leurs efforts pour ausculter le fait urbain, et consacrent leur peu de thèse au monde forestier. Et pourtant, celui-ci est là, toujours présent, actif, vivant. (Cote.1974)

C'est l'hypothèse de base qui sous tend l'ensemble de notre problématique.

Le Djebel El Ouahch, cadre de nos investigations s'étend sur une superficie de 60000ha. De part sa position géographique, à la limite Tell-Hautes Plaines, il occupe une place déterminante dans le développement agro-sylvo-pastoral de la région Nord et Nord Est de Constantine.

Le région de Djebel El Ouahch greffe une forêt de chêne vert et de Pin d'Alep et s'élève aux portes de Constantine et s'étend à l'Est aux parties Nord de la commune d'El Khroub et d'Ain Abid et déborde plus au Nord et au Nord-Est sur les versants abrupts de Skikda et Guelma. La forêt de Djebel El Ouahch constitue un exemple probant pour l'analyse des problèmes environnementaux à savoir l'équilibre et la remontée bioécologique des réserves naturelles (forêt- pastoralisme- agriculture et urbanisme).

Espace montagneux, la forêt de Djebel El Ouahch subit un retard de développement, phénomène qui se manifeste généralement par un exode intense, et ce pour des raisons multiples d'ordre économique, social, sécuritaire et environnemental.

Les menaces et contraintes qui pèsent sur ces espaces forestiers du Djebel El Ouahch soulèvent la question de la vulnérabilité de la situation socio-économique des populations, et par voie de conséquence, le développement humain en général, notamment en ce qui concerne les plus démunis, car c'est à ce niveau que les effets des disparités spatiales et de la détérioration de l'environnement se font le plus nettement ressentir.

Les politiques de développement local qui se sont succédées depuis l'indépendance ont, dans l'ensemble, permis une substantielle amélioration des principaux indicateurs de développement humain en valeur absolue, mais n'ont pas réussi à effacer certaines inégalités en valeur relative entre les catégories sociales, les régions, les secteurs d'activité et entre hommes et femmes.

Nous savons que l'ampleur et la complexité des tâches à accomplir deviennent une nécessité vitale.

L'étude intégrée de Djebel El Ouahch vise l'amélioration et le développement des milieux forestiers et agricoles. Il s'agit de reconstituer les forêts disparues ou complètement dégradées, développer l'agriculture voisinant et intensifier l'élevage.

En définitive, de tels aménagements passent par l'analyse éco géographique de l'ensemble montagneux.

Le constat préliminaire évoque un équilibre, peut être instable, mais relativement durable, à existé et persiste jusqu'aujourd'hui.

- Comme s'est produite la dégradation et quels sont les facteurs ?
- L'action de l'homme est-elle déterminante ?
- L'homme ne serait-il pas l'élément décisif qui fait pencher la balance ?
- Est-il encore temps d'agir efficacement ?
- La remontée biologique et écologique sont-elles possibles ?
- Les espaces disparues peuvent-elles coloniser leurs biotopes d'autant ?
- Toute restauration durable et rationnelle n'est-elle pas liée à une série de transformations ?
- Tels sont les principaux problèmes que nous nous efforcerons d'analyser.

Notre étude a pour but une approche à la fois analytique et synthétique des différentes composantes du milieu, du régime climatique et hydrologique et du transport des

sédiments afin de déterminer leurs potentialités et leurs contraintes ainsi que l'action d'aménagement adéquate à chacune des classes obtenues par le plan d'occupation de sol.

Le plan de travail est articulé en cinq chapitres:

- Le premier chapitre porte sur le diagnostic physico- géographique, première étape de la connaissance de la zone d'étude et qui permettra de caractériser les principaux facteurs naturels, à savoir les facteurs orographiques, morphologiques, lithologiques, climatiques et biogéographiques. Leur interaction est déterminante dans le comportement de cette région.

- Le deuxième chapitre, traitera de la méthodologie d'étude (collecte des données, cartographie géologique, pédologique, climatique, carte d'érosion, d'occupation du sol....). Les outils de travail qui nous ont aidés à une meilleure conception sont: le logiciel Arcgis pour les cartes thématiques et la base de données, le logiciel l'ENVI 4.0 et l'image satellite de Landsat 5, 7.8. 2014 pour l'étude diachronique de la végétation de la zone d'étude.

Des sorties sur terrain ont été organisées dans le but d'un échantillonnage systématique de 25 profils de sols et 75 échantillons ont été analysés pour un certain nombre de paramètres physicochimiques.

- Le troisième chapitre, traitera de l'étude hydroclimatique et portera sur six stations pluviométriques et une station climatique représentative de la zone.

Cette étude, basée sur le traitement statistique des données mettra en lumière les aspects fondamentaux de l'état climatique et l'évaluation des apports liquides

L'étude des transports solides permettra de préciser la dynamique érosive dans notre bassin et par conséquent d'en tirer des conclusions quant à la perte en sol dans l'écosystème.

- Dans les chapitres IV et V, nous définirons les contraintes et les potentialités du milieu. A cet effet, nous présenterons deux axes principaux qui montrent l'état actuel du milieu et après son aménagement. Dans le quatrième chapitre, nous traiterons des contraintes naturelles et anthropiques et de l'action érosive. Dans le chapitre V, nous aborderons les potentialités.

Enfin dans le sixième chapitre, nous tenterons de proposer un plan d'aménagement et en conclusion, nous essayerons de présenter des recommandations et des perspectives.

Chapitre I

Analyse des composantes du milieu physique

Introduction

L'étude du milieu physique a pour finalité d'identifier et de caractériser les principaux facteurs qui conditionnent et déterminent les potentialités et les contraintes naturelles du territoire d'un massif forestier.

Dans ce chapitre, nous essayerons de définir le comportement du massif de Djebel El Ouahch et de présenter les différents facteurs naturels qui régissent le milieu. Cette analyse permettra d'extraire les différents aspects positifs (les potentialités) et négatifs (contraintes), donc avoir les types de risque qui menacent la région.

Les principaux facteurs analysés sont:

- Le cadre géographique et orographique du massif et les caractéristiques des différentes unités topographiques typiques d'un milieu montagnard.
- L'étude géologique et lithologique nous permettra de voir la disposition des différentes unités et leur influence non seulement sur l'écoulement de l'eau souterraine mais également sur le ruissellement de surface et la perméabilité.
- La couverture végétale et son action complexe qui s'exerce aussi bien sur les paramètres climatiques, notamment l'évaporation que sur les bilans hydriques ainsi que son rôle mécanique très important dans la protection du sol contre l'érosion et la limitation du transport solide.

1 Etude physico géographique de la zone d'étude

1.1- Situation géographique et administrative

La région de Djebel Ouahch constitue une unité géographique importante, située à l'Est de la ville de Constantine. Elle s'étend sur une superficie de 66.535 ha et concerne sept communes, à savoir : Zighoud Youcef, Didouche Mourad, Constantine, El Khroub, Ibn Badis, Aïn Abid et Ouled Rahmoune. Ces communes font partie de la Wilaya de Constantine (carte N°1).

Les limites du massif de Djebel El Ouahch correspondent aux coordonnées géographiques suivantes :

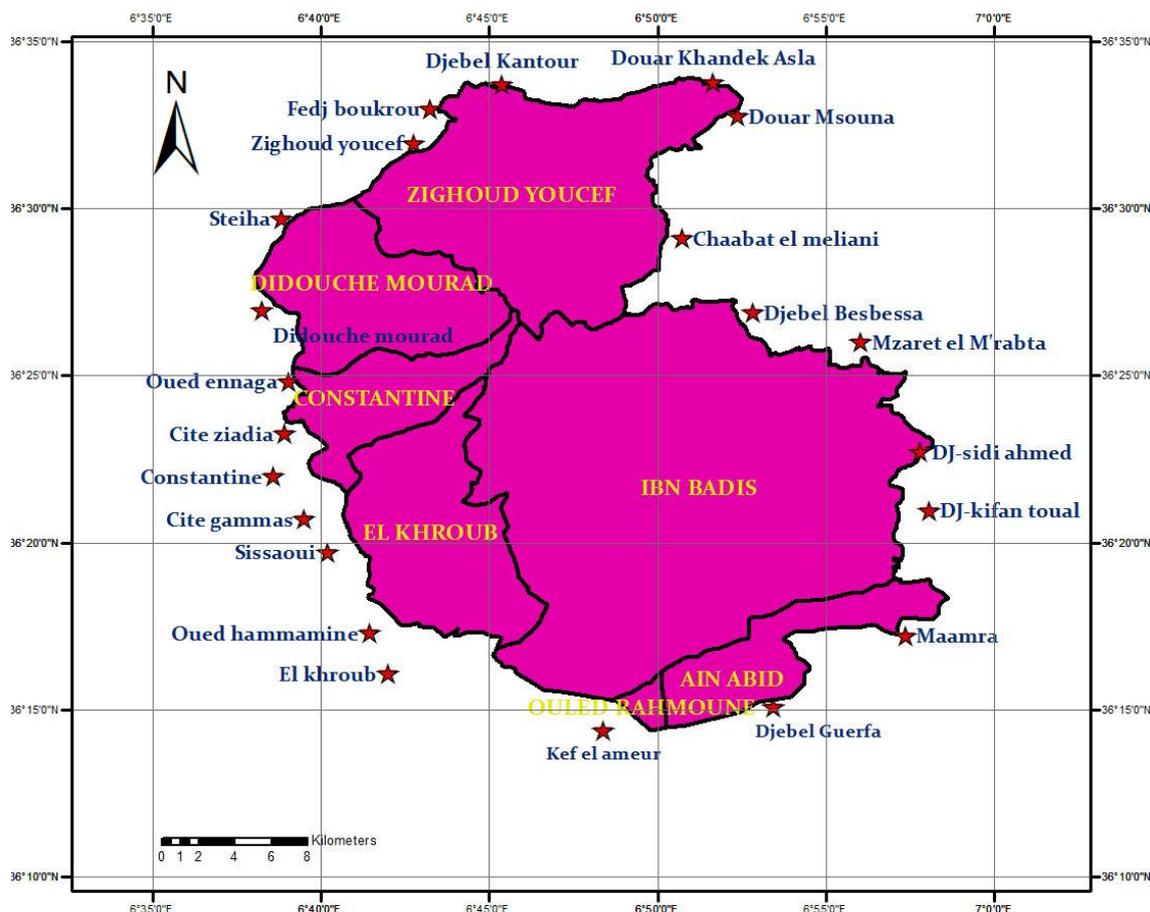
- 6°38'0,82" et 6°58'37,65" de longitude Est.
- 36°14'20,19" et 36°33'55,81" de latitude Nord.

Ce massif fait partie de la série des petites chaînes dites Numidiennes ou de Constantine (BOUDY, 1955). Il s'individualise des monts calcaires environnants par leur aspect émoussé sous l'effet d'une action érosive importante.

Le déboisement, les incendies et la surcharge pastorale ont été à l'origine de la dégradation de la forêt.

C'est une zone située à cheval sur deux étages bioclimatiques. La partie sud (communes d'Ain Abid et de Constantine) moins exposée, correspond au grand glacis d'érosion de la dépression d'El Haria où se situe l'essentiel des terres agricoles. La partie septentrionale (communes de Didouche Mourad et de Zighoud Youcef) avec des reliefs de 1100 à 1300m d'altitude, appartient à l'étage subhumide et correspond à la région où domine le chêne liège.

La région est homogène du point de vue édaphique (grès numidiens) et forestier.



Carte 1: Localisation géographique et administrative de la zone d'étude

1. 2. Les grandes unités topographiques

Le massif de Djebel El Ouahch présente un relief topographiquement accidenté. Nous rencontrons une série d'unités morphologiques : les collines, les plaines et les montagnes.

C'est un domaine fortement accidenté où les crêtes se distribuent dans tous les sens et donnent un caractère confus et d'orientation mal organisée. L'analyse des grandes unités topographiques de Djebel El Ouahch se résument comme suit (carte N° 2) :

1.2.1- Les Montagnes

Les montagnes se caractérisent par une dénivellation importante entre le sommet et le fond des vallées par la rigueur de la pente. Chaque montagne observée présente des caractéristiques particulières telles que l'altitude et l'exposition.

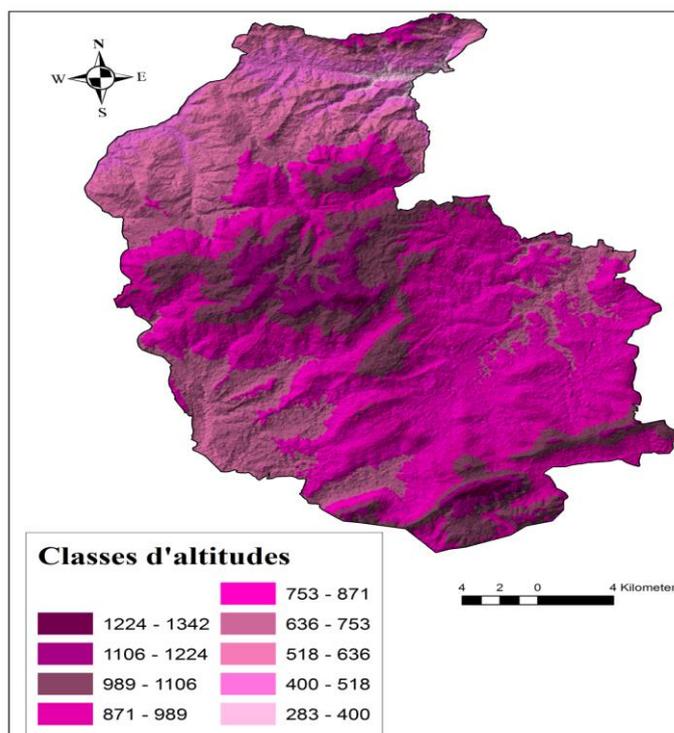
-Au Nord, nous retenons le Djebel Taffaha qui culmine à 820m d'altitude et El Hiout à 800m.

-A l'Est, la région fait partie de l'Atlas Tellien.

-A l'Ouest, c'est le domaine des moyennes montagnes et des Hautes Plaines Constantinoises où le relief est varié mais essentiellement montagneux, composé principalement de chaînons calcaires et marno-calcaires dont les principaux sont le Djebel Zouaoui (1316m), le Djebel Kerkara (1187m) et le Djebel EL Ouahch (1281m).

Parallèlement à ces montagnes, une série, d'envergure bien moins accentuée, sillonne la région. Il s'agit du Djebel Kellal (941m), du Djebel Ouled Selem (921m), du Djebel Houssin (934m) et du Djebel Djenane El Lobba (1000m).

-Au Sud, les altitudes varient entre 870m et 1320m. Le chaînon le plus important est celui du Djebel Oum Settas, avec un sommet culminant à 1320m.



Carte 2 : Modèle numérique de terrain (MNT) de la région de Djebel Ouahch (M.GANA, 2014).

1.2.2- Les piémonts

Ils constituent une surface d'accumulation à pente douce, étalée au pied d'un ensemble montagneux et sont situés à l'interface de deux modes opposés qui sont les plaines et les montagnes.

Dans le bas piémont, l'écoulement des eaux est important et l'agriculture est présente. Sur les hauts piémonts, le ruissellement diffus y est important et cause de nombreux dégâts aux sols cultivés. Le sylvo-pastoralisme domine.

1.2.3-Les glacis

C'est la forme de relief qui caractérise le mieux le terrain d'investigation. Ce sont de longues étendues correspondant à de très faibles pentes. La pente augmente progressivement vers la montagne. Ces étendues, que l'on trouve essentiellement dans la dépression d'El Haria, d'El Hambli et de Tarfana, sont recouvertes par un matériel clastique faiblement calibré et très fragmenté vers le bas et sont parcourues de ravineaux divergents.

Ces glacis sont localement le siège d'un écoulement en nappe avec remise en mouvement de nombreux galets et de limon superficiel dont les conséquences peuvent être catastrophiques pour les cultures, les zones basses et les routes.

1.2.4-Les terrasses

Les terrasses se disposent en plans étagés plus au moins symétriques, de part et d'autre part des cours d'eau. Elles représentent les positions successives des lits fluviaux. On les remarque sur les deux piémonts dans les principales vallées.

1.2.5- 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 sableux et argileux se retrouvent dans les parties basses, précisément le long de la rivière.

1.2.6- 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.

1.2.7-La vallée

C'est une plaine allongée, bornée par des montagnes (ULYSSE, 2008).

1.2.8- 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, les cônes de déjection contiennent des matériaux grossiers qui sont brusquement déposés à cause de la variation forte de la pente.

1.2.9- Les dolines

Elles sont situées sur les affleurements de calcaire massif barrémien, aptien et cénomanien entourant le poljé. Un large éventail de formes peut-être observé, depuis la cuvette et le baquet jusqu'à la doline dissymétrique.

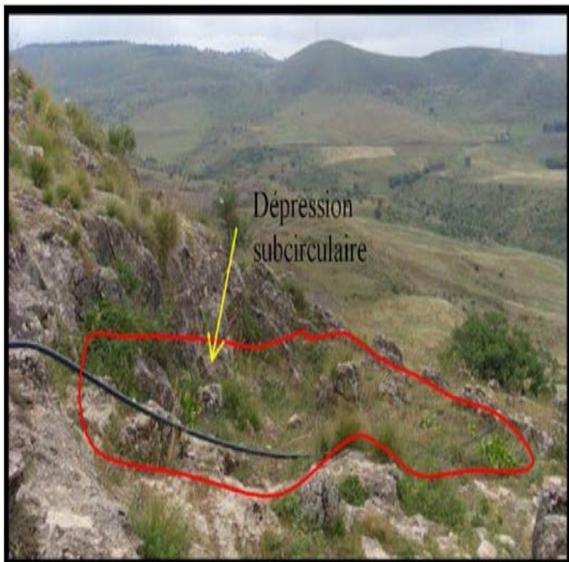
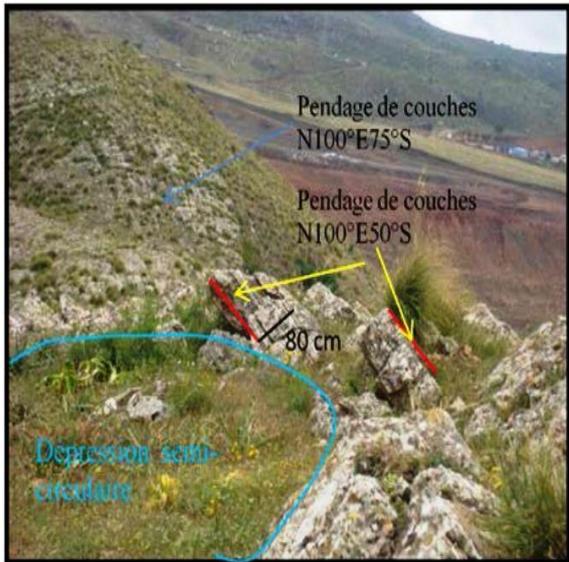
D'une manière générale, les dolines sont elliptiques, plus rarement circulaires. Leur grand axe varie de quelques dizaines de mètres. La plus grande doline montre une forme en baquet très caractéristique. Large de 50 à 70m et profonde d'une dizaine de mètres, elle présente des versants en pente forte, voire même verticaux par endroits. Le fond est plat, rempli de terra rossa. Elle joue également le rôle de niveau de base pour un petit ravinement qui y débouche, creusant une entaille sur son versant et formant au fond un petit cône de déjection de matériel plus grossier.

La plupart des autres dolines présentent des formes en cuvette avec des versants calcaires de 25 à 30%, marqués par des lapiés pouvant aller jusqu'aux cannelures de mur et un fond plat à remplissage de terra rossa où des galets émoussés par corrosion sont visibles.

Dans quelques dolines, des clapiers ont été observés. Ces derniers sont liés à deux facteurs : la gélivation et le soutirage. Ces dolines sont installées dans des régions où le réseau des diaclases est particulièrement serré, par exemple au Djebel Kellal (photos 1.2.3). La gélivation y est donc d'autant plus active. Le soutirage aspire en profondeur les éléments fins et laisse les gros galets.

Ces dolines sont dissymétriques et présentent un versant raide vers le SE. Si dans le champ de dolines du NE du poljé, les calcaires cénomaniens ont un pendage qui correspond à cette dissymétrie, il n'en est pas de même pour les dolines du champ situé à l'W du poljé. Nous pensons que l'influence climatique est ici, prépondérante.

Les vents du NW provoquent des accumulations neigeuses sur le versant en pente raide, qui est ainsi soumis à une gélivation active lors de la fonte des neiges. Or, c'est dans ces dolines dissymétriques que l'on trouve, soit des clapiers, soit des galets émoussés dans le remplissage de terra rossa



Photos 1.2.3: La morphologie des figures karstiques observées au Djebel Kellal (LAAZIZ.2009)

1.3- Les types de pentes

1.3.1- Définitions

On peut distinguer 4 types de pentes:

- La 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.

- La pente topographique

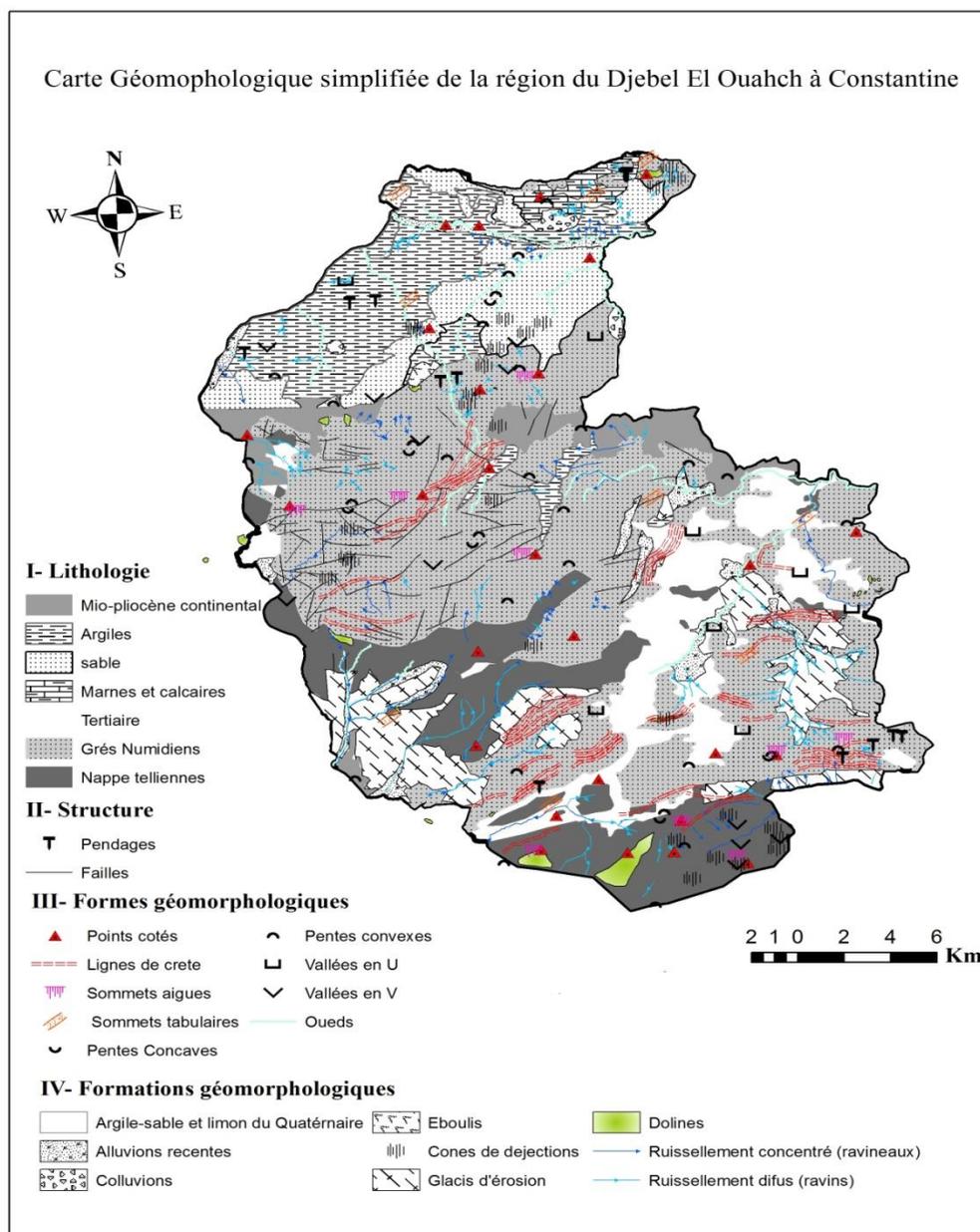
C'est la pente qui influence l'écoulement superficiel des eaux (ruissellement de surface et écoulement hypodermique). Elle accélère le ruissellement sur les versants et détermine, en partie le temps de réponse du cours d'eau aux impulsions pluviométriques.

- La 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

- La pente stratigraphique ou pendage des couches

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



Carte 3 : Carte géomorphologique simplifiée de la région de Djebel El Ouahch

1.3.2- Les pentes du secteur d'étude

La pente est l'un des facteurs du milieu physique les plus déterminants dans toute étude d'aménagement.

La carte établie (carte 4) issue de la carte topographique au 1/25000^e fait ressortir les catégories suivantes (Tableau 1):

Tableau 1: Classe des pentes de la région de Djebel El Ouahch

Classe des pentes (%)	Surface (ha)	Surface (%)	Type de relief
0-3	1266,26	1,90	replat
03-12	15366,02	23,1	Bas piémont
12-25	28958,72	43,52	collines
25-50	19358,03	29,09	Collines
>50	1584,82	2,38	Hauts piémonts

La quasi-totalité de l'aire d'étude se compose de pentes comprises entre 12-25 % avec une légère dominance de la quatrième classe de 25- 50%.

Ces classes de pentes, correspondant aux reliefs de type piémonts, collines, et moyennes montagnes (hauts piémonts), occupent la région d'étude du Nord au Sud.

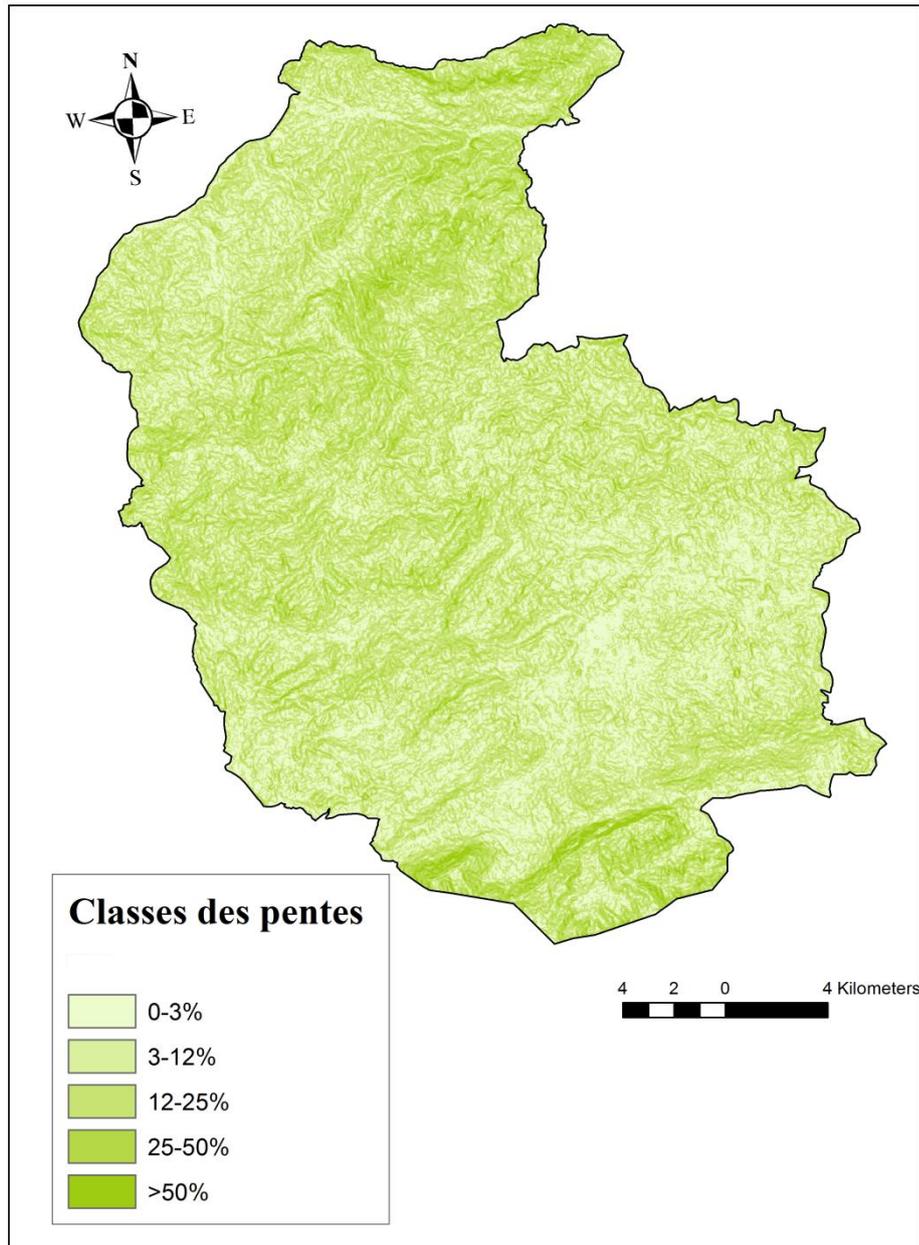
La pente élevée de plus de 50% d'inclinaison matérialise les versants montagneux couvrant 1584,82 ha de la zone d'étude. Elle est localisée au Nord (Taffaha commune de zighoud Youcef), au Sud du Djebel Oum Settas (commune de Ain Abid), au centre, du côté de Kef lakhal et Matlague et au niveau des lacs, du côté de l'arboretum.

La classe des pentes douces, représentant les replats, occupe la dernière place avec une surface de 1266,26 ha et englobe principalement le Sud-Ouest de la zone d'étude (dépression d'El Haria). Elle représente le replat tabulaire formé par l'alignement des différents sommets du massif de Djebel El Ouahch. Le point culminant est de 1281m au sommet de Djebel El Ouahch, à l'Est et l'altitude atteint 993 m au Djebel Kelal, à l'Ouest.

Cette répartition des pentes confirme le relief chahuté de type collinaire, dispersé à travers toute l'aire d'étude, sous forme de lambeaux plus ou moins étendus et à versants prononcés disséqués par un réseau hydrographique hiérarchisé.

Le paramètre de pente nous permet de dégager les constatations suivantes :

- La dominance des pentes moyennes de 12-25%.
- Des pentes variables qui dénotent d'une topographie irrégulière.
- Un relief tourmenté et collinaire dans sa majorité avec quelques sommets montagneux par endroits.



Carte 4 : Carte des pentes de la région de Djebel El Ouahch (GANA, 2014).

1.4. L'exposition

L'exposition des versants aux différents agents météoriques permet une appréciation intéressante et variée des différents paramètres apparents de la morphologie de la zone d'étude.

En effet, si l'on considère comme ligne de séparation l'alignement des multitudes de sommets qui forme une ligne de crête et qui passe en amont de la pépinière de Djebel El Ouahch, presque en parallèle avec le chemin de wilaya qui passe à l'intérieur de la zone, nous

obtenons les différentes expositions dont l'ordre croissant des surfaces est comme suit (Tableau 2) :

Tableau 2 : Exposition dans l'ordre croissant des surfaces

Exposition	plat	N	N-E	E	S-E	S	S-O	O	N-O
Surfaces (ha)	23,43	9667,33	8731,35	7448,47	7527,17	8164,21	8918,02	7827,95	8225,88
Surfaces (%)	0,04	14,53	13,12	11,20	11,31	12,27	13,40	11,77	12,36

Une exposition vers le Nord qui couvre la plus grande surface de 9667 ha environ, soit 14,53%.

La dominance de cette exposition sous l'influence directe des masses d'air maritimes froides a fait que toute la zone de Djebel El Ouahch soit bénéficiaire d'un microclimat local particulier caractérisé par des précipitations abondantes et des températures plus clémentes en été, mais plus froides en hiver.

Ce type de microclimat reste favorable au développement de la couverture végétale, même en altitude.

L'exposition Sud-Ouest couvre une superficie de 8918 ha environ soit 13,40% du total.

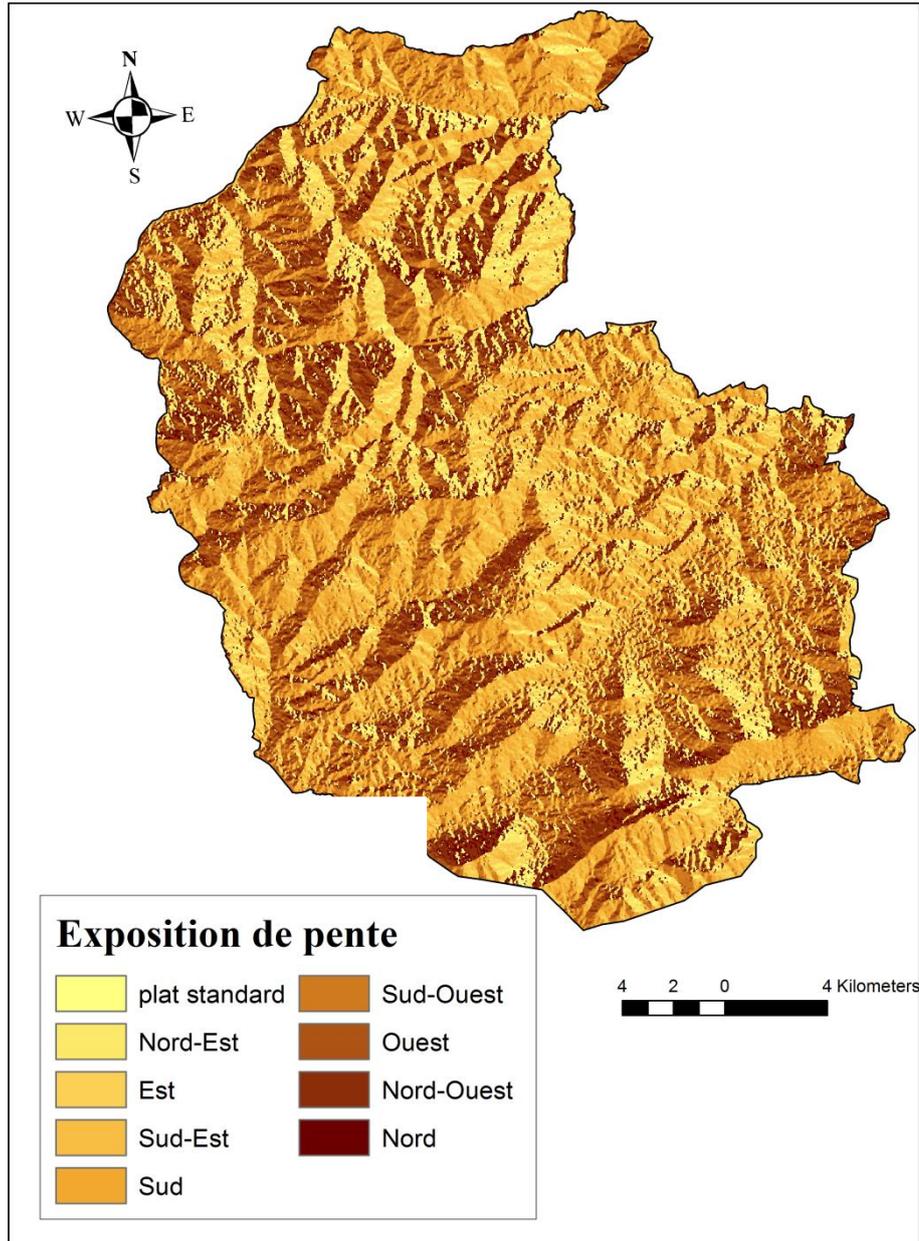
Cette zone, malgré son orientation Sud-Ouest, est dominée par un microclimat (position d'abri) où l'activité biologique est bien développée par rapport à l'autre zone d'exposition Nord, représentée par la forêt de Djebel El Ouahch (espèces aussi diversifiées, notamment l'arboretum et les reboisements récents).

Toutefois, il faut signaler la variété des expositions locales, en raison des ruptures des reliefs. Les deux expositions sus-citées sont dominantes.

Enfin, topographiquement, la zone d'étude possède un relief collinaire, appartenant à la chaîne numidique (monts de Constantine).

Ce relief irrégulier se caractérise par des pentes et des altitudes moyennes, en plus de quelques sommets montagneux au Nord, à pentes fortes et altitudes assez élevées.

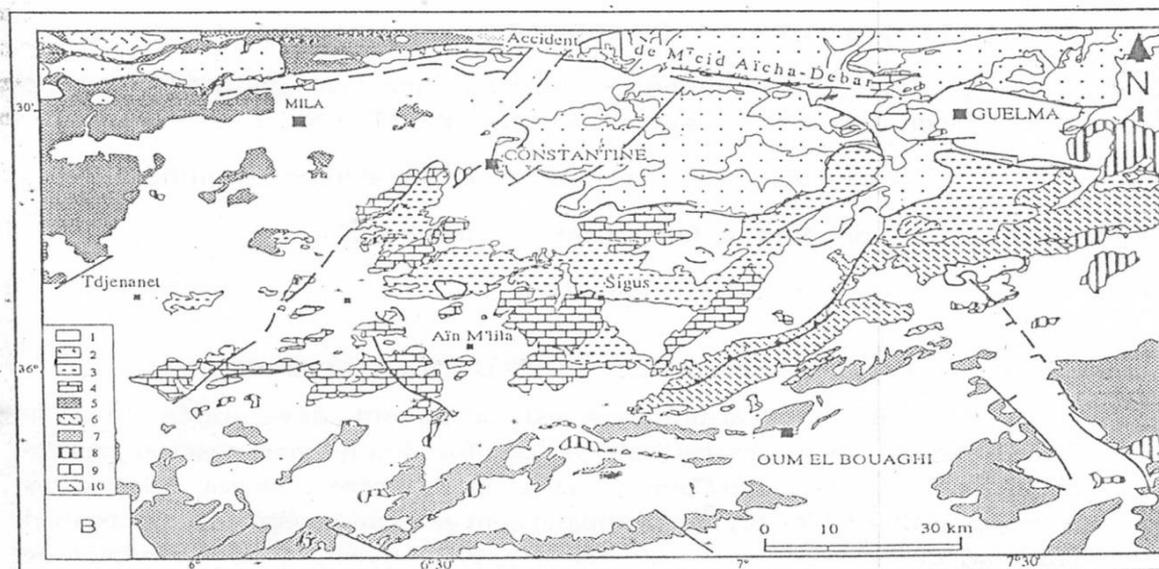
L'alignement des lignes de crêtes de Djebel El Ouahch joue un rôle de barrière qui permet au flanc septentrional d'être bien arrosé avec une végétation forestière importante et un flanc méridional (zone d'El Khroub), moins arrosée, où domine la céréaliculture.



Carte 5 : Carte d'exposition de la région de Djebel El Ouahch (GANA, 2014).

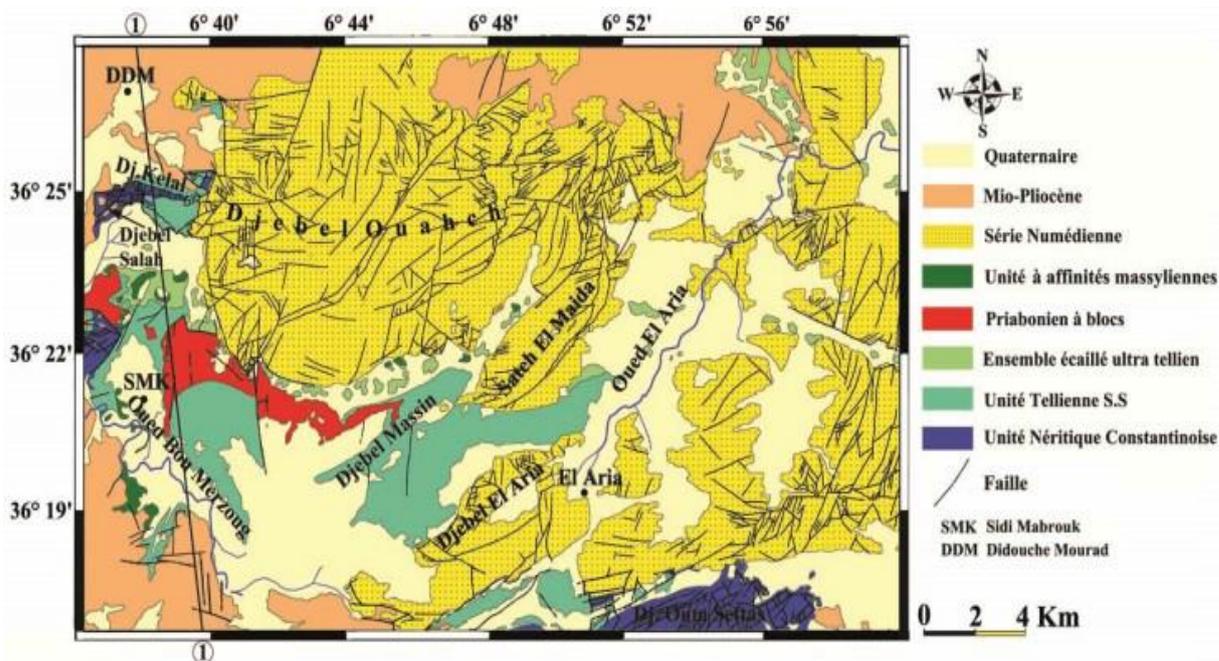
I.5- Aperçu géologique

Le secteur d'investigation comprend deux types de formations géologiques: des formations déposées à une certaine époque géologique puis charriées en « nappes de charriage » sur des distances variables (séries allochtones) et des formations autochtones (séries post-nappes), (Cartes 6, 7 et Fig.1).



Carte 6 : Carte géologique simplifiée du Constantinois central (d'après KIEKEN, 1962 et VILA, 1980, in ARIS, 1994). 1: Formations continentales post-nappes (Miocène, Pliocène et Quaternaire); 2: nappes de flyschs massylien et maurétanien (Crétacé à Paléocène), nappe de flysch numidien (Oligocène-Miocène) et la nappe ultra tellienne (Crétacé-Eocène); 3: Couverture marno-calcaire de plateforme constantinoise (Crétacé-Eocène); 4: Calcaires néritiques de la plateforme constantinoise (Jurassique-Crétacé); 5: Pénitellien et tellien de type Babors (Jurassique-Eocène); 6: Marno-calcaires des Sellaoua (Crétacé-Miocène); 7: Calcaires et marnes de l'Avant pays (Jurassique-Miocène); 8: Formations évaporitiques du Trias; 9: Olistostromes à flyschs (Oligo-Miocène); 10: Socle et dorsale.

I. 5. 1. Description litho-stratigraphique du massif de Djebel El Ouahch



Carte 7: Carte géologique de la région d'El Haria (VILA, 1980, in BENZID et al, 2014)

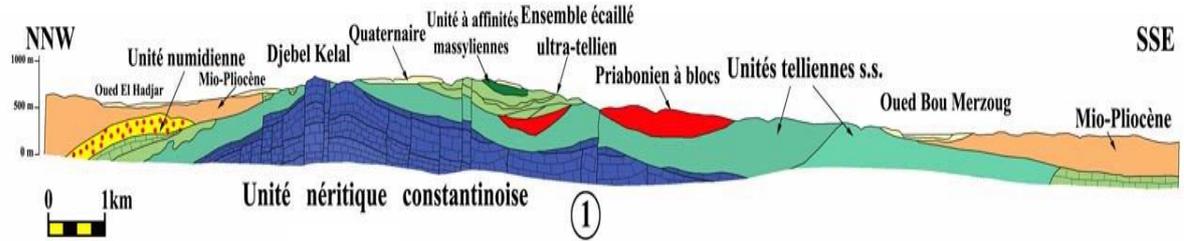
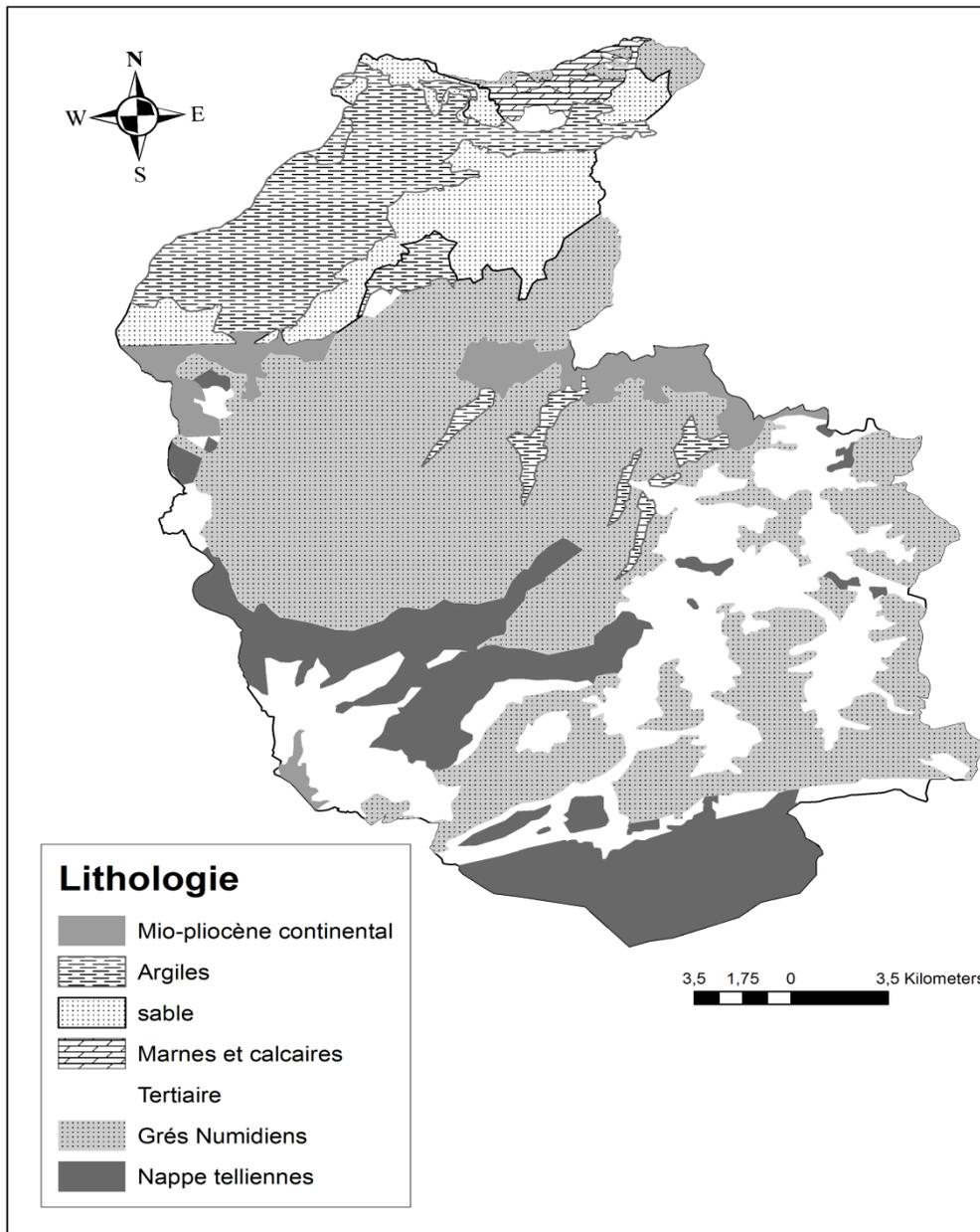


Figure 1: Coupe géologique de la région d'El Haria VILA, 1980, in BENZID et al, Y, 2014)



Carte 8: Carte lithologique de la région de Djebel El Ouahch

A- Les séries post-nappes (Villa. 1980)

Elles correspondent à des terrains déposés sur les séries allochtones. La mise en place des nappes étant d'âge miocène, les terrains post-nappes sont donc plus récents: Miocène supérieur, Pliocène et Quaternaire.

A.1-Le Quaternaire récent

Le Quaternaire récent regroupe les alluvions actuelles des fonds de vallées et les éboulis de pentes.

A.2-Le Quaternaire moyen

Il s'agit d'alluvions déposées en terrasses, au niveau des oueds actuels. Ces terrasses présentent parfois des horizons d'encroûtement. Cela est surtout visible dans la partie Sud-Est de la zone. Les carbonates d'encroûtement proviennent, par apport latéral du massif calcaire du Djebel Oum Settas.

A.3-Le Quaternaire ancien (formations de Béni-Yacoub)

Il affleure au niveau de la Koudiat Béni-Yacoub. Son épaisseur peut dépasser les 50 m. Il est caractérisé par une formation conglomératique où des blocs de grés de dimensions fort variables, bien roulés, sont noyés dans une matrice limoneuse. Ces blocs présentent parfois à leur surface des encroûtements d'éléments ferrugineux. Ces encroûtements se sont développés lors du transport de ces blocs.

La base de cette formation ne correspond pas à une surface d'érosion. Visiblement, les terrains du Quaternaire ancien moulent les reliefs préexistants.

Les formations du Quaternaire ancien ont été datées, en les comparant aux formations similaires existantes dans la région de Guelma, où on observe leur superposition sur la croûte villafranchienne. Ces terrains correspondent donc à un pluvial postérieur au Villafranchien.

Toutefois, ce pluvial correspond à des périodes chaudes puisque l'on observe des encroûtements de fer sur les blocs de grés. Ces encroûtements permettent de distinguer les conglomérats du Quaternaire ancien de ceux du Mio-Pliocène dont les éléments ne présentent pratiquement pas de surfaces durcies.

A.4-Le Quaternaire indifférencié

Nous avons réuni ainsi des terrains d'âge quaternaire sûr mais qu'il était impossible d'attribuer avec certitude à l'une des subdivisions ci-dessus (.Boulfefel, 1977).

Dans la vallée de l'Oued El Aria, affleurent des terrains argileux, lacustres, parfois riches en concrétions calcaires, correspondent à des fonds de lacs. Ces argiles, particulièrement visibles au Nord d'El -Aria, forment le substratum du barrage de Tessinga.

A.5-Le Mio-Pliocène

Les formations du Mio-Pliocène ont été définies dans la partie Est du Djebel El Ouahch, au niveau de la forêt de Béni-Séline (Soudrat). Il s'agit, à la base de conglomérats parfois grossiers mais dont les éléments ne sont pas encroûtés. Viennent ensuite des formations plus gréseuses où les décharges conglomératiques ne sont pas rares. Les lentilles argileuses plus ou moins développées, sont assez fréquentes **BENABBAS. (2006)**.

La base de cette formation horizontale, correspond à une surface d'érosion ayant tranché tous les terrains sous-jacents.

B-Les séries allochtones

Elles correspondent à différentes nappes de charriage qui sont de haut en bas, dans l'édifice structural : le Numidien, à dominante gréseuse avec une semelle à dominante argileuse (argiles sous-numidiennes à Tubotomaculum) et les nappes telliennes, débitées en écaillés. L'ensemble surmonte le môle néritique constantinois qui forme un autochtone relatif (VILA, 1980; LAHONDERE, 1987).

B.1-Le Numidien (flysch numidien)

Il s'agit d'une formation à dominante gréseuse où les bancs de grès parfois très grossiers mais toujours mal triés, alternent avec des passées d'argiles sableuses. L'épaisseur de la série stratigraphique est variable et peut atteindre 400m, au niveau de Djebel El Ouahch. La grande épaisseur apparente peut être le résultat d'un redoublement de la série (VILA, J.M, 1980).

B.1.1-Les argiles et grès

Les formations argilo-gréseuses du Numidien constituent les hauteurs du massif de Djebel El Ouahch et quelques affleurements isolés près d'Ain Abid et Sigus (au Sud du Djebel Oum Settas).

Les grès, de teinte claire à la cassure, brun fauve ou violacés à la patine sont organisés en bancs d'épaisseur décimétrique, correspondant à des lentilles de plusieurs kilomètres. Ils alternent avec des passées argileuses peu visibles et beaucoup moins épaisses. Les niveaux à dragées de quartz bipyramidés, centimétriques ne sont pas rares. Les argiles, verdâtres ou brunâtres, parfois foncées sont nettement kaoliniques.

B.1.2-Les argiles de base du Numidien (argiles sous numidiennes à Tubotomaculum)

Stratigraphiquement située sous les grès numidiens, il s'agit d'une formation à dominante nettement argileuse. Elle est caractérisée par des argiles verdâtres à gris foncé, plus ou moins marneuses, alternant avec des bancs de grès légèrement glauconieux, surmontées

par des argiles varicolores lie de vin, prenant une teinte brune dans les champs, où les bancs de grés sont absents.

Ces argiles, souvent riches en concrétions ferrugineuses énigmatiques, les Tubotomaculum, constituent le faciès caractéristique des argiles de base du Numidien.

IB.2-Nappe de flysch massylien

Il s'agit du « Flysch sénonien à microbrèches », formé d'une série gris vert et dont le caractère flysch est peu marqué. Des marnes et argiles alternent avec des bancs calcaires microbréchiques tendres à débit en plaquettes centimétriques à décimétriques. Les éléments des microbrèches peuvent atteindre 3mm. C'est le « Flysch campanien-maestrichien » de BUSNARDO. (1957), partie sommitale de la série massylien.

L'âge de cette série s'étend du Cénomaniens au Sénonien terminal VILLA,1980; RAOULT, 1974).

B.3-Les unités telliennes Sensu-Strito (S.S)

Elles ont été définies par M.VILA (1980) et représentent l'équivalent de la série méso- tellienne dans la nomenclature de.DURAND-DELGA (1969).

Ces unités se caractérisent par un Crétacé inférieur riche en sédiments terrigènes où les intercalations de faciès néritiques restent modérées, du Crétacé supérieur à l'Oligocène.

B.4-La nappe ultra tellienne

Il s'agit d'une série marno-calcaire, de teinte claire, allant du Crétacé inférieur, au Sénonien, déposées dans la marge interne d'un sillon externe. Elles sont qualifiées d'ultra-telliennes par assimilation aux séries décrites dans d'autres régions par certains auteurs (DURAND DELGA, 1969 ; LAHONDERE, 1987).

B.5- La nappe épi-tellienne

Cette unité est formée de marnes noires, à rares boules jaunes calcaires. Les datations par la microfaune, effectuées sur ces marnes ont permis de les dater du Lutétien, vraisemblablement supérieur.

Les affleurements de calcaires, en bancs de 20 cm à 1 m d'épaisseur, de teinte claire, à cassure crème et à silex sont également attribués à la nappe épi-tellienne. L'âge de ces calcaires est yprésien-lutétien inférieur. Cependant, ce faciès diffère légèrement de celui généralement décrit pour l'Yprésien épi-tellien calcaire, très noir en cassure. Il pourrait s'agir d'Epi-tellien assez interne, assez proche, paléogéographiquement, de l'Ultra-Tellien (LAHONDERE, 1987).

C. L'autochtone ou para-autochtone

C.1- Les séries carbonatées néritiques (nappe néritique constantinoise)

Le domaine néritique constantinois était le siège d'une forte subsidence où se développent des dépôts carbonatés de type néritique (le Constantinois central), ou sub-néritique (partie méridionale). Vers le Nord du Constantinois, les dépôts sont franchement bathyaux avec des Céphalopodes pyriteux.

Au niveau du Djebel Oum Settas, ce néritique est constitué de calcaires en gros bancs massifs et épais. On y distingue :

-Le Barrémien : calcaires clairs cristallins à cassure blanche cristallins, très riches en débris d'Orbitolinidés.

-l'Aptien : est visible sur tous les monts de Constantine. Il s'agit essentiellement de calcaires gris clairs en bancs (MAGNE, 1955, in ARIS, 1994). Cette série se termine le plus souvent par une surface durcie qui est visible au niveau du Djebel Mazela. Cette surface durcie explique une tendance à l'émersion du domaine néritique constantinois à cette époque.

L'épaisseur des formations aptiennes diminue du Nord au Sud. Elle est de 300m au Djebel Oum Settas et au Djebel Mazela.

1.5.2. Tectonique et structure

La région du Djebel El Ouahch a subi une déformation polyphasée, caractérisée par des schistosités, des plis, des fractures, des failles et des fentes de tension (Figure 3) qui se manifestent surtout dans les terrains carbonatés du Néritique. Les marqueurs de la déformation sont nombreux et les différentes discordances permettent de caler l'âge approximatif des grandes phases tectoniques. On peut distinguer deux tectoniques majeures: une tectonique anté-nappes, c'est-à-dire produite avant le déplacement des nappes et une tectonique post-nappes, caractéristique de la région de Djebel El Ouahch comme du reste de la chaîne tellienne.

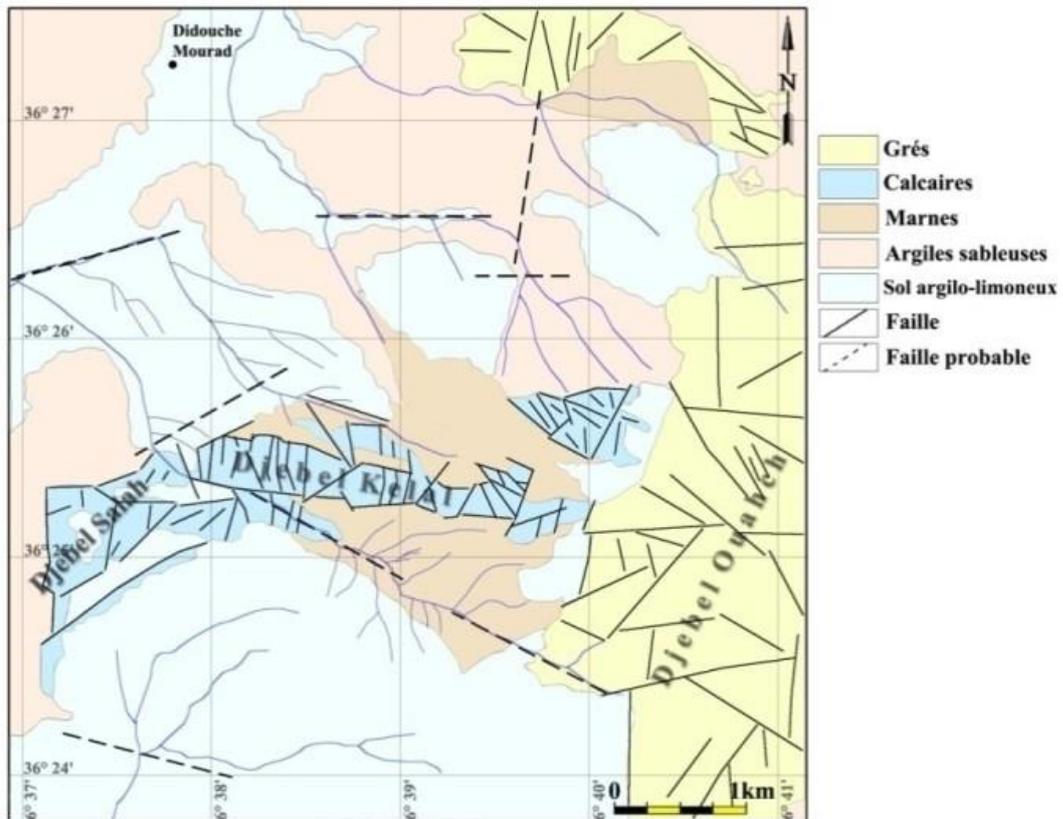
A. Séries post-nappes

Elles sont peu tectonisées dans le secteur étudié. On peut observer quelques synclinaux à grand rayon de courbure dans le Mio-Pliocène. Quelques failles semblent affecter le Mio-Pliocène mais il s'agit vraisemblablement de rejeux plutôt que de nouvelles failles proprement dites (ARIS, 1994).

L'essentiel des structures s'observe dans les séries anté-nappes ou séries allochtones et môle autochtone relatif (VILLA, 1980; LAHONDERE, 1987; ARIS, 1994).



Figure 2: Fentes de tension dans les calcaires au niveau de djebel Mazela (remplissage de calcite)



Carte 9: Carte de fracturation de la région de Djebel Kelal (ARIS, 2014).

B. Les séries allochtones

B.1 Nappes ultra-tellienne et épi-tellienne

Le remaniement de blocs dans des marnes et argiles priaboniennes des unités épitelliennes et ultratelliennes milite en faveur d'une phase éocène largement connue aussi bien dans l'Atlas saharien (LAFFITE, 1939) que dans la chaîne calcaire (Glangeaud, 1932, DURAND-DELGA, 1969; RAOULT, 1974 et BELHAI, 1987) et dans le Tell oranais (FENET, 1975).

Le caractère de nappe de charriage a été établi par de nombreux auteurs dans d'autres régions.

La nappe épi-tellienne semble être assez homogène, sans grandes structures. La nappe ultra-tellienne semble être débitée en écailles.

B.2. Le Numidien

Le Numidien, dans la région en question, forme une succession d'écailles à matériel gréseux, séparées par des semelles tectoniques, plus ou moins continues, d'argiles de base. Les affleurements de matériels argileux coincés tectoniquement entre des écailles de matériel gréseux ne sont pas des lentilles stratigraphiques.

La nature de la base du Numidien sur les unités allochtones inférieures est considérée par la majorité des chercheurs comme une base de la nappe de charriage. Souvent, lorsque les masses gréseuses sont limitées par des failles, il est possible de trouver les argiles de base du Numidien, par exemple au Nord de l'Oum Settas.

Un des traits les plus marquants de la structure du Numidien dans le secteur d'étude, est le grand accident Est-Ouest.

Bordant au Nord le Dermoun Seghir, et se prolongeant vers l'Est sur la feuille de Oued Zénati, cet accident permet à du matériel des nappes telliennes d'affleurer en fenêtre, sous la nappe numidienne. Cependant, à l'Est, des travaux pétroliers ont montré l'existence, sous ce matériel tellien, de Numidien. Il s'agirait donc d'une phase récente d'écaillage, postérieure à la mise en place du Numidien. L'ensemble des structures est repris par des failles verticales, lors de la néotectonique (BENABBAS, 2006).

Enfin, il faut noter la complexité de la fracturation du Numidien. Une fracturation majeure, correspondant à des accidents E-W conjugués à des accidents N-S semble s'arrêter et elle est superposée à une fracturation antérieure, constituée d'accidents orientés NE-SW, conjugués à des accidents NW-SE (carte8).

C. Les séries néritiques

C'est grâce à une importante faille E-W qu'affleurent les séries néritiques perçant, en horst leur couverture.

Ces séries sont très intensément faillées, témoignant ainsi de la complexité de l'histoire géologique et de la superposition de différentes phases tectoniques.

En conclusion de cet aperçu sur la tectonique du secteur d'étude, on notera que d'après les diverses études réalisées dans la région, l'activité tectonique semble être poursuivie jusqu'à une époque très récente. Il n'est d'ailleurs pas exclu que des déplacements suivant les failles actives puissent se reproduire de nos jours.

I.6. la perméabilité

Tableau 3: Caractéristiques des matériaux d Ouahch du point de vue perméabilité et résistance

Formation géologique	Formation lithologique	La résistance à l'érosion	La perméabilité
Quaternaire	Alluvions anciennes et récentes	Moyennement résistant	Perméable
Cénomanién	Marno-calcaire	Moyennement résistant	Perméable
Turonien	Calcaire et marne	Résistant	Imperméable
Miocène	Calcaire-grès	Très résistant	Imperméable
Albien	Calcaire massif	Très résistant	Imperméable
Aptien	Calcaire (Doline)	Très résistant	Imperméable
Barrémien	Grès	Très résistant	Semi-perméable

1.7. La pédologie

Les principaux types de sols rencontrés au Djebel El Ouahch sont: les sols minéraux bruts, les sols peu évolués, les vertisols, les sols calcimagnésiques et les sols isohumiques.

1. 7.1.les sols minéraux bruts

A. les sols minéraux bruts non climatiques d'érosion

A.1. les lithosols et les régosols

Ces sols peuvent se rencontrer soit seuls soit en juxtaposition avec les sols bruns calciques et les sols marrons. Les lithosols et régosols se situent principalement sur la zone montagneuse, au Sud des forêts de Sédrata et Béni Seline, principalement dans la région des Kefs Sebssi et Tassinga ou sur les Djebels tels que les Djebel Djenane El Lobba, Djebel El Aria et Djebel Oum Settas.

La plupart du temps, ces sols sont bruns, peu profonds, très caillouteux en surface et dans le profil. De texture sableuse ou limono-sableuse sur un niveau très argileux, le plus souvent hydromorphe, ils sont pauvres en matière organique et portent une végétation en landes du type diss. La roche mère, fréquemment constituée de grès quartzeux affleure en masses assez volumineuses. Ces sols doivent être réservés exclusivement au reboisement.

A.2- Les sols d'apport alluvial

Ils sont très peu représentés dans la région. Ils se rencontrent principalement sur l'Oued El Aria depuis chaabet El Temar jusqu'à El Aria. Au niveau des autres oueds, ils sont très localisés et obéissent au relief assez accidenté. Ce sont des sols assez profonds, sans différenciation d'horizons.

De texture argileuse, ils subissent l'action de l'eau qui se manifeste par des phénomènes d'hydromorphie ou de noircissement.

B- Les sols peu évolués

B.1- Les sols peu évolués modaux

Ils occupent une superficie restreinte au voisinage de chaabet Badis et en amont de l'oued Tassenga.

Ils sont brun foncé en surface et brun jaunâtre en profondeur et montrent peu d'évolution dans le profil, sauf un enrichissement en calcaire en profondeur. La matière organique, uniformément répartie dans le profil diminue notablement avec la profondeur. Les cailloux sont absents en surface et rares dans le profil.

B.2- Les sols peu évolués hydromorphes

Ils se rencontrent principalement dans la dépression d'El Biar à l'Ouest de l'Oued Magroune. De couleur brun noirâtre à noir brunâtre, ils présentent de nombreux traits d'hydromorphie signalés par une couleur panachée ou grisâtre ; sinon ils restent plus ou moins identiques aux sols peu évolués noircis.

B.3- Les sols peu évolués noircis

Ces sols occupent une large bande, le long de l'Oued d'El Aria. Ils ont une couleur noire à noir brunâtre à travers tout le profil. Ils sont profonds et restent assez pauvres en matière organique. De texture argilo-limoneuse, ils portent quelques cailloux dans le profil.

La structure est massive à tendance prismatique, avec cependant quelques fentes de retrait insuffisamment marquées pour leur conférer le caractère verticale. Il faut noter que ce noircissement est surtout dû à l'action de l'eau. Par conséquent, un assainissement s'impose si une mise en valeur en irrigué est prévue.

C- les vertisols

Ces sols sont assez disséminés et se concentrent à proximité des sources (chaabet El Hadjar, Fedj El Quenin) ou de l'Oued Tassenga, au Sud de Si Baatochia.

La couleur est noire à noir brunâtre en surface et brun jaunâtre à jaune en profondeur. La texture est argileuse, la structure est prismatique dès la surface avec de larges fentes de dessiccation. La matière organique est peu abondante et les inclusions de cailloux sont peu marquées.

En certains endroits, ces sols sont enrichis en calcaire sous forme de nodules blanchâtres de 1 à 2 cm de diamètre.

D- Les sols calcimagnésiques

D.1- Sols bruns calciques modaux

Ces sols sont difficilement différenciables, car ils sont en complexe avec les autres sous groupes (hydromorphe et vertique). D'une manière générale, ils se placent au sommet des koudiats où l'action de l'eau est peu marquée. Ils ont une couleur brune en surface et brun-jaunâtre brillant, en profondeur.

Placés sous végétation naturelle, ces sols sont relativement riches en matière organique. Leur structure grossière à moyenne (sableuse à sablo-limoneuse) les destinent à des cultures fruitières ou autres cultures riches.

D.2- Sols calciques à « encroûtement » calcaire

Ce type de sols est très localisé. On le rencontre sur de très petites surfaces au niveau de Sidi-Baatochia et du Kef Sebssi et Roumi. L'encroûtement est constitué de la roche mère marno-calcaire dont l'état d'altération est suffisamment avancé pour libérer une certaine quantité de carbonate de calcium.

Ces sols ont une couleur brun-jaunâtre claire en surface. En profondeur leur couleur est gris-jaunâtre, proche de celle de la roche mère. La charge caillouteuse est peu à moyennement marquée en surface. Par contre, elle est inexistante dans le profil.

Leur texture est argileuse à limono-argileuse en surface et nettement argileuse en profondeur. Leur structure est polyédrique, subangulaire en surface et massive en profondeur. Il faut noter également la présence de fentes de dessiccation.

D.3- Sols bruns calciques hydromorphes

En complexe avec les autres sous-groupes des sols bruns calciques, les sols bruns calciques hydromorphes occupent principalement les sols en pente ainsi que les Koudiat. Ils se trouvent soit sous-forêts soit sous-landes à Diss. La couleur est brun brillant à brun grisâtre en surface, brun à brun-jaunâtre en profondeur.

Ils ont une texture grossière à moyenne en surface (sablo-limoneuse) et sont argilo-limoneux à argileux, en profondeur. De granulaire, leur structure devient polyédrique subangulaire, assez bien développée.

Ces sols sont caillouteux (grès) en surface. Cependant, les inclusions constituées de roches gréseuses en profondeur montrent une altération avancée où les phénomènes d'hydromorphie sont marqués par une multitude de couleurs (de la couleur ocre jusqu'à la couleur grisâtre et même blanchâtre).

D.4- Sols bruns calciques vertiques

Le caractère vertique se manifeste uniquement dans certains profils lorsque le niveau argileux jaunâtre remonte à la surface. On y remarque des fentes de dessiccation fines. Ces sols présentent également des caractères d'hydromorphie dans les horizons profonds enrichis en cailloux.

E- les sols isohumiques

Les sols marrons ont comme limite naturelle Nord Teffaha et s'étendent de part et d'autre de la plaine d'El Aria sur les piémonts des Djebel Sathal et Maida, Djenan El Lobba, El Aria, Oum Settas, El Kram et Dermoun Kebir.

E.1- Les sols marrons modaux

Les sols marrons modaux intéressent principalement le flanc Est de la zone. Les horizons profonds ont une couleur brun clair alors que les horizons profonds ont une couleur orange.

La texture est limono-argileuse en surface et nettement argileuse en profondeur. La structure est polyédrique subangulaire à tendance prismatique dans les horizons profonds.

Ces sols sont caillouteux en surface avec affleurement de la roche mère. Dans le profil, ils sont relativement riches en matière organique, dans les horizons de surface.

E.2- Les sols marrons encroûtés

On distingue deux types de sols marrons encroûtés :

- Les sols sur roches marno-calcaires, se localisant sur les hauteurs de la ferme d'embouche ainsi que le long de l'Oued El Aria.
- Les sols marrons encroûtés, sur encroûtement colluvionaire.

Les sols sur encroûtement colluvionaire ont une couleur brune à travers tout le profil, reposant directement sur un encroûtement calcaire, débutant par des amas et poches de calcaire pour devenir un encroûtement pulvérulent et puissant.

La texture est argilo limoneuse en surface et argileuse en profondeur. La structure est polyédrique sub-angulaire fine à moyenne à granulaire, tendant en profondeur vers une structure prismatique associée à quelques fines fentes de dessiccation dans les sols cultivés ou sous végétation naturelle. Ces sols présentant une teneur moyenne en matière organique. Ils sont généralement caillouteux en surface et dans le profil.

E.3- Les sols marron hydromorphes

Ces sols s'étendent depuis Koudiat Beni Yakoub jusqu'à Chaabet Ed Dem. Ils présentent une couleur brune en surface et brun-clair en profondeur.

La texture est moyenne en surface et fine (argileuse), en profondeur. La structure est polyédrique sub-angulaire moyenne à fine en surface. Elle devient nettement prismatique en profondeur. Ils sont caillouteux en surface et dans le profil.

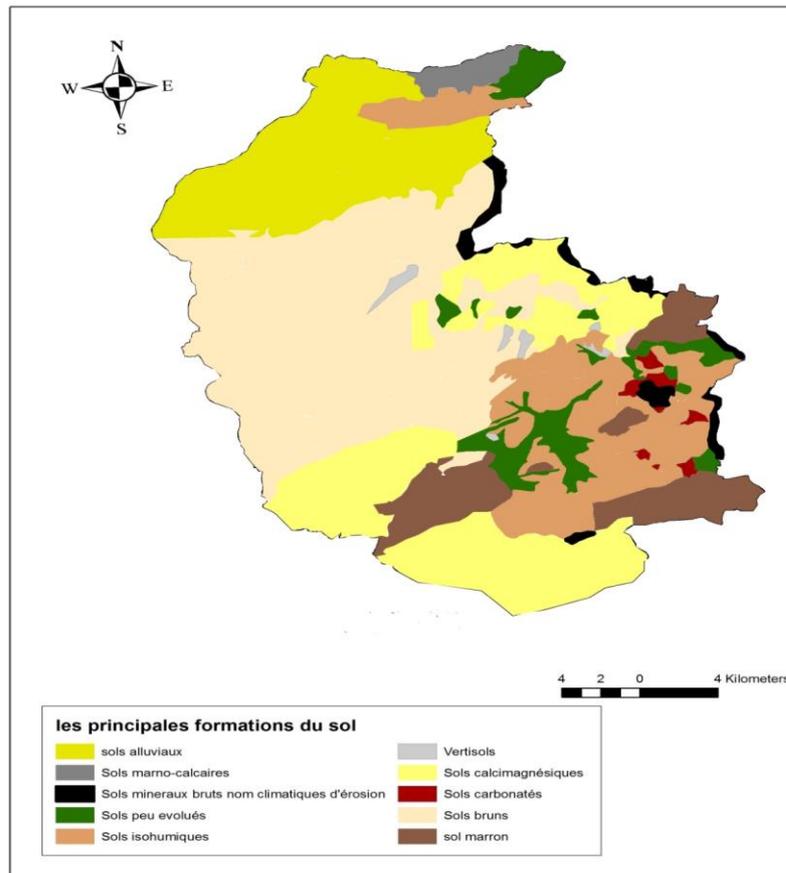
En profondeur, le matériel (grès) montre des phénomènes d'altération marquée par une multitude de couleurs, ocre, grisâtre à blanchâtre. Souvent cultivés, les sols marrons hydromorphes présentent un enrichissement moyen en matière organique dans les horizons de surface.

E.4- Les sols marron hydromorphes vertiques

Comme les sols bruns calciques hydromorphes, les sols marrons hydromorphes sont très localisés surtout lorsque le niveau argileux se rapproche de la surface.

E.5- Les sols marrons noircis

Les sols marrons noircis se rencontrent au voisinage de Bled Khaneb et surmontent, pour la plupart d'entre eux un encroûtement calcaire. Ils présentent les mêmes caractéristiques que les sols marron mais l'action de l'eau forte prépondérante, se manifeste par un noircissement très marqué (de brun très noir à noir brunâtre).



Carte 10 : Carte des principales formations du sol de la région de Djebel El Ouahch

I. 8. Etude du couvert végétal

Au niveau de Djebel El Ouahch, nous rencontrons une végétation issue d'un stade de dégradation avancé de la subéraie qui s'est rétrécie progressivement vers le Nord, laissant place à quelques vestiges de chêne liège et un cortège floristique composé de bruyère et de lavande stéchade (premier stade de dégradation). Ce maquis fait ensuite place à une broussaille de bruyère, calycotum, genets cytises, et cistes (2ème stade de dégradation). Dans le 3ème stade de dégradation, on ne rencontre que le ciste et le Diss.

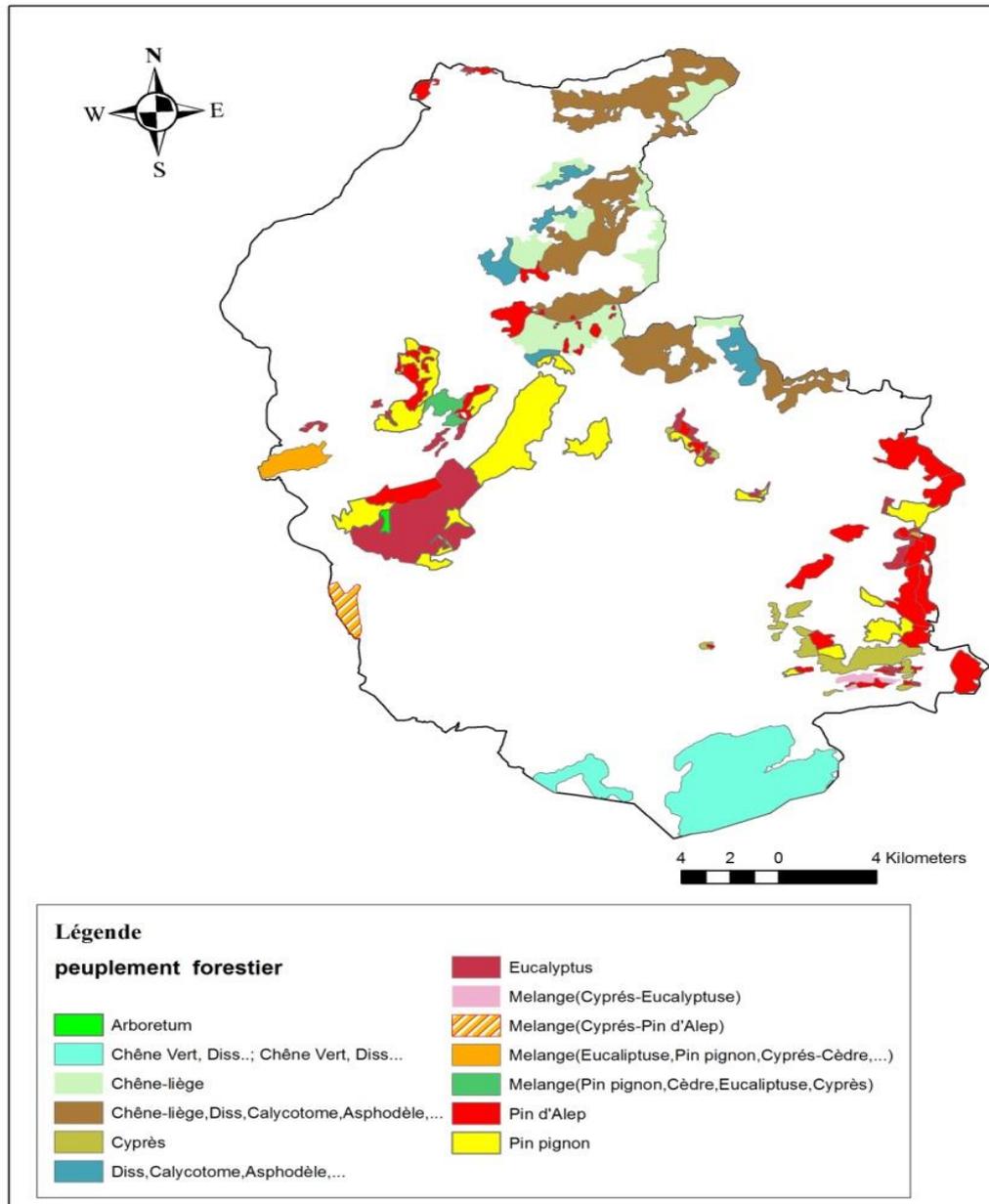
La forêt de chêne liège ne pourra plus s'installer ni évoluer naturellement sous l'influence de plusieurs contraintes entre autres, l'exploitation abusive, le surpâturage et l'envahissement du Diss qui constitue un écran entre le sol et les glandes du chêne.

Les reboisements existants au niveau de la zone d'étude couvrent une superficie de 12448 ha, éparpillés sur les massifs suivants :

- Djebel El Ouahch (El Biar) = 3280 ha ; Draa Nagah = 1686 ha ;Meridj = 202 ha ;El Hambli et Tarfana = 4562 ha ; Tassinga = 2068 ha ; Mejabria = 500 ha ; Guettoucha = 150 ha;
- Total.....= 12448 ha

Tableau 4 : Les essences constituant les massifs

Parcelles	Superficies	Type d'espèce
Kef Souissi	800 ha	Chêne liège
Kef Lakhel Bled Knif	2687 ha	Pin pignon, Pin radiata
Draa Nagah	1686 ha	Eucalyptus sidéro, Globulus
Dermoune	550 ha	Pin pignon
Aine Chalabia Beni Yagoub	150 ha	Pin pignon
Djenane Lobba	125 ha	Frêne
Djebel Oum Settas	175 ha	Chêne vert
Kef Mazouz	212 ha	Eucalyptus sidéroxylon
Oued Bou steila	306 ha	Eucalyptus globulus, frêne
Kef El Latrous	200 ha	Pin pignon
Fedj Manssour	250 ha	Pin pignon
Bled Tarfana	50 ha	Pin pignon
Bou Sfeissef	500 ha	Chêne liège, Pin pignon
Guettoucha	500 ha	Pin pignon, Placette d'essai
Djebel Oum settas	500 ha	Opuntia
Ferme DUPLAN djebel el ouahch	62 ha	Pin pignon
Kef Sebsi Roumi	150 ha	Pin pignon
Draa Nagah	62 ha	Eucalyptus Globulus et Sidéroxylon
Kef Hamaidi	162 ha	Pin pignon
Kef Larbaa	87 ha	Pin pignon
Total	9214 ha	



Carte 11 : Carte de peuplement forestier de la région de Djebel El Ouahch

1.8.1-Massif d'Oum Settas

- Caractéristiques et potentialités

Massif montagneux accidenté et rocheux

Altitude de 800 à 1000 mètre

Substrat lithologique calcaire et dolomies dures.

Climat subhumide doux, pluviométrie de 500 à 600 mm/an

Occupation du sol: la dominance du parcours avec 4866 ha de parcours de montagne et de piémonts sur pente de 12 à 25% (versant sud des Djebel El Madjem, El Djerd et Mazela) (altitude > 1000 m)

Les terres forestières occupent 2573 ha de maquis clair, de chêne vert, diss et calycotome sur forte pente (>25%), sur le Djebel Oum Settas (altitude de 1100 m), appartenant aux forêts des communes de Ben Badis, Ain Abid et Ouled Rahmoun (2573 ha de chêne vert, Diss et Calycotome).

1.8.2-Piémonts Est d'El Haria

- Caractéristiques et potentialités

Piémonts à pentes supérieures à 12%

Bonne pluviométrie : de 600 à 700 mm/an

Occupation du sol à dominance forestière, constituée essentiellement de reboisement

Forêt des communes de Ben Badis, Ain Abid = 4032 ha

Cette forêt est constituée à 77% de peuplements jeunes (3100 ha) qui se repartissent en :

- Jeune futaie claire de chêne liège sur 500 ha (Djebel Changoura)
- Jeune futaie dense de Pin d'Alep sur 205 ha (Debel N'Sour)
- Reboisement en Pin d'Alep sur 890 ha (gaulis clair)
- Reboisement en Cyprés sur 546 ha (gaulis claire)
- Reboisement mélange en Pin d'Alep et cyprès sur 682 ha (gaulis clair)
- Reboisement en Pin d'Alep au stade semis fourré clair sur 277ha.

Le reste des superficies forestières, soit 23% est occupé par 932 ha de maquis clair à base de chêne vert, Diss et Calycotome

1.8.3-Massif de Djebel Ouahch

-Caractéristiques et potentialités

Relief de piémont à pente forte (12 à 25%).

Climat humide doux : pluviométrie de 700 à 1000 mm/an

Substrat à base de grés

Deux entités d'occupation du sol : agro pastorale (69%) et forestière (30%)

Occupation de sol à dominante agro-pastorale

- 14415 ha (en grande partie érodés) de cultures et cultures associées au parcours
- 2164 ha de parcours.

Occupation forestière : 7275 ha de terres forestières

D'après les types de peuplements répertoriés sur le terrain, les forêts sont caractérisées par:

- La forêt domaniale de Beni Selline: constituée de deux morceaux de jeune futaie claire de chêne liège (959 ha)
- La forêt domaniale de Constantine : d'une surface globale de 4878 ha dont 480 ha sont proposés pour le classement en aire protégée à Djebel El Ouahch. Ces 480 ha sont constitués de vieilles futaies denses d'Eucalyptus (132 ha), du reboisement dense de Pin pignon au stade perchis (123 ha) et de maquis clair de Diss, calycotome et Romarin (225 ha).

Le reste de la forêt est composé de:

- jeune futaie dense de Pin pignon sur 1900 ha
- perchis dense de Pin pignon issu d'un reboisement sur 468 ha.
- Fourré dense d'Eucalyptus sur 813 ha
- fourré dense de Pin d'Alep et d'Eucalyptus sur 787 ha
- maquis clair de Diss, Calycotome et Romarin sur 429 ha dont 323 ha sont arborés de Pin pignon.

La forêt de la commune de Ben Badis, d'une superficie de 174 ha est constituée de 129 ha de reboisement clair en Pin pignon, de pin d'Alep et de Cyprès au stade gaulis et de 45 ha de jeune futaie dense de Pin pignon.

La forêt des communes de Didouche Mourad et Constantine est étendue sur (715 ha) : mélange de Pin pignon et cèdre (549 ha)

Zone d'El Meridj (forêt de Constantine) : cette zone comporte 264 ha de vieilles futaies denses de Pin d'Alep.

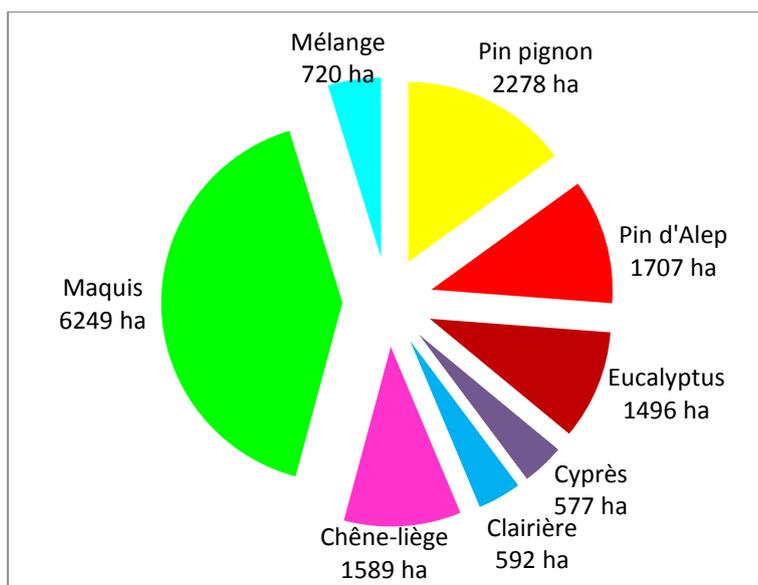


Figure 3 : Surface occupée par le peuplement forestier de la région de Djebel El Ouahch

- Caractéristiques et potentialités

Relief de colline à faible pente <12%

Sols à base d'alluvion et sables

Bonne pluviométrie de 600 à 700 mm/an

Irrigation possible à partir du lac collinaire d'El Haria.

Occupation du sol à dominante agricole et agro-pastorale.

Occupation forestière : la forêt de la commune de Ben Badis est constituée de 328ha de reboisement clair de Pin d'Alep à l'état de gaulis et de 115 ha de maquis clair de Ciste

1.8.5- Colline de Zerdez

- Caractéristiques et potentialités

Colline à forte pente >12%

Substrat : terrain moyennement stable et instable

Climat humide frais et doux, pluviométrie élevée : 900 à 1000 mm/ an.

L'occupation du sol est à dominante agricole dont les unités cartographiques sont de type : culture et parcours et cultures sur terres érodées à pentes faibles (<12%).

L'occupation forestière représente 6386 ha dont 31% appartiennent à la forêt de Zighoud Youcef .

1.8.4- Dépression agricole d'El Haria

II. 2. Paramètres morphométriques

II .2 . 1. Le Réseau hydrographique

Les ouvrages hydrauliques quand ils sont bien conçus, constituent une réserve d'eau assez importante nécessaire à l'indentification et au développement du patrimoine agricole. Ces retenues contribuent également à la lutte contre les incendies de forêts et favorisent l'installation d'un microclimat ainsi qu'une faune et flore aquatiques.

La zone d'étude bénéficie d'un potentiel hydrique représenté par la présence de sources naturelles d'El Haria, de Saadouni et celles d'El Hadja et Ain Ben Yahia, près de la retenue collinaire

- Le réseau hydrographique est représenté également par chaabet Brouk, au Nord (comune Didouche Mourad), Chaabet Semer, Chaabet Laben, Oued El Haria (commune El Haria), au centre, Oued Nahas (Commune d'El Khroub), et Oued Tarf (commune d'El Haria), à l'Est.

- L'importance du réseau, dans la partie Nord, a permis la réalisation de quatre retenues collinaires, localisées à Oued Tassenga, El Biair, El Heria et Oued Boudeb. Une cinquième petite retenue privée existe près de Mechtat El Maida.

Tableau 5 : Surface et débit des oueds de Djebel El Ouahch

N°S/B .V	Surface (ha)	Q _{EP} (m ³)	Périmètre (km)	Sens d'écoulement
1	7104.63	6394.6325	63.13	Oued EL TARF
2	9364.1906	70231.4295	58.25	OUED HERIA
3	4825.7068	34745.0889	31.95	Oued STAH OUED EL HAMBLI
4	5618.6327	40454.155	43.55	Oued DJBARA OUED EL HERIA
5	9017.0979	84138.0104	56.51	Oued EL MAGROUN OUED
6	5102.3403	47451.7647	31.88	Oued MAAZIL OUED ARBA
7	175	437.500	--	Chaabet Brouk
8	762,5	1.906.250	--	Chaabet Semel
9	618.75	1.546.250	--	Chaabet Lebene
10	50	11.000	--	Chaabet El Haria
11	562.5	1.406.250	--	Oued Nahas
12	1250	3.125.000	--	Oued Tarfana

Q_{EP} (m³) = Quantité d'eaux pluviales en mètres cubes

Calculée comme suit :

Q_{EP} = C . I . A d'où :

C : coefficient de ruissellement (on prend 0.6)

I : intensité pluviale en l/s/ha (calculée)

A : surface du bassin versant en ha

Per (m) = périmètre des sous bassins versants en kilomètres

II .2 . 2. Les corrections torrentielles

La correction torrentielle consiste à construire des ouvrages mécaniques en travers des oueds pour élever leur profil en long et provoquer l'atterrissement des matériaux à l'amont de ces ouvrages dans le but d'y réduire l'érosion et par conséquent la protection des barrages contre l'envasement.

Cette correction des torrents se fait par des banquettes en gabionnage et la consolidation des berges des chaabats et oueds par une correction biologique.

Le nombre de retenues collinaires à créer est de 5, éparpillées à travers la zone d'étude et à proximité des parcelles agricoles.

Tableau 6: Capacité de rétention des retenues collinaires de la région de Djebel El Ouahch

Dénomination des retenues	Capacité (m ³)
Tassinga	170 000
El Biar	320 000
El Haria	1 800 000
Boudeme	680 000

➤ **Identification des oueds à corriger**

Les oueds ont été classés selon deux caractères importants: la longueur et la pente moyenne

Les oueds à corriger sont:

-7,50 km pour Chaabet Karnana et Oued Dardar

-3, 30 km pour l'Oued Haouadja

-5, 10 km pour l'Oued Haouadja

- 2,25 km pour l'Oued Tassinga

Soit un total de 18,05 km

Les seuils

La détermination du nombre d'ouvrages par oued se fait par la formule suivante:

$$N = \frac{L (P - I)}{H}$$

N : nombre d'ouvrages

P : pente réelle moyenne de l'Oued en %

I : pente de compensation

L : longueur de l'oued

H : hauteur du barrage

Répartition des ouvrages par exutoire Chaabet karnana et oued Dardar

Longueur = 7500 m ; Largeur = 5 m ; Altitude point haut : 930 m Altitude pont bas : 750 m

Pente : 18% Nombre de barrages : 675 Volume d'un barrage = 28,12 m³ Espacement entre

barrages = 18981 m³

Oued Haoudja

Longueur = 8300 m ; Largeur = 4m ; Altitude point haut = 1040 m ; Altitude point bas = 710

m ; Pente : 20% Nombre de barrages = 830 ; Volume d'un barrage = 23,43 m³ ; Espacement

entre barrage = 10 m ; Volume total des barrages = 19446,90 m³

Oued Tassinga

Longueur = 2250 m ; Largeur = 4m ; Altitude point haut = 910 m ; Altitude point bas = 820 m ; Pente = 9% ; Nombre de barrages = 101 ; Volume d'un barrage = 23,43 m³ ; Espacement entre barrages = 22,27 m ; Volume total des barrages = 2366,43 m³

Le volume total des barrages est de 40.794,33 m³. Il faut également prévoir un volume de pierre sèche sans gabionnage qui suivra pour la confection de parafouilles.

Caractéristiques des ouvrages :

Les ouvrages préconisés pour correction torrentielle sont des barrages en pierre sèche avec gabionnages.

Hauteur des barrages 2,50 m (y compris 0,5 m de profondeur pour les fondations).

Largeur des barrages (variable) plus 0,5 m d'encastrement dans les berges de chaque côté.

Forme du barrage : les barrages auront un fruit de 20 % et une forme rectiligne.

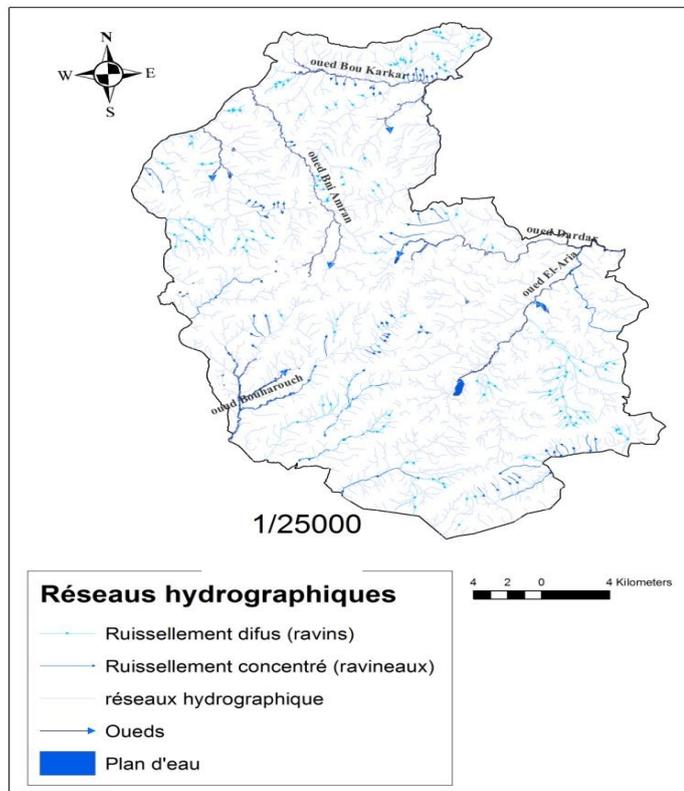
Épaisseur de barrage à mi-hauteur $E = 0,5 H = 1M$

Épaisseur à la base $E'' = 0,6 h = 1,2 m$

Les fondations du barrage doivent avoir une largeur supérieure à celle de la base

La forme du déversoir sera curviligne

Surélévation des ailes en se rapprochant de la berge.



Carte 12 : Réseau hydrographique de la région de Djebel El Ouahch

Conclusion

Après avoir étudié les différentes composantes des milieux physiques du grand massif de Djebel El Ouahch, il ressort que la zone d'étude offre des caractéristiques spécifiques et particulières à la région montagneuse. Ce sont les paramètres qui conditionnent la bonne exploitation et la réussite de l'aménagement. Donc, il faut les prendre en considération, soit pour l'exploitation, soit pour l'aménagement.

Les principales caractéristiques des composantes du milieu physique du Massif de Djebel El Ouahch sont:

- Le massif occupe une superficie de 66.535 ha
- Les caractéristiques de la zone d'étude montrent que le massif est en creux. Les pentes sont de manière hiérarchisée du Nord vers le Sud et elles varient entre 3 et 12 % avec une dominance de cales qui sont comprises entre 12 à 25% et 25 à 50%). Il en découle une accélération d'écoulement, surtout durant les crues, ce qui traduit par un risque majeur qui est l'érosion hydrique.

La lithologie (marnes, calcaires – Alluvions, grès) est variée et la fracturation est bien développée, ce qui induit une perméabilité élevée.

Chapitre II

Matériels et méthodes

Introduction

Les données de terrain et les données climatiques, socio économiques, recueillies auprès d'organismes (conservation des forêts, DSA, ...) sur le massif de Djebel El Ouahch, ont été emmagasinées dans des fichiers Excel et World à travers une longue et riche période d'observation et d'enregistrement.

Nous avons préféré les organiser dans des bases de données pour être facilement accessibles à l'aide d'un ordinateur. Celles de l'Arc gis portent le plus souvent le nom de Tables.

Une base de données, usuellement abrégée en BD ou BDD, est un ensemble structuré et organisé permettant le stockage de grandes quantités d'informations afin d'en faciliter l'exploitation (ajout, mise à jour, recherche de donnéesetc.).

Une base de données se traduit physiquement par un ensemble de fichiers présents sur une mémoire de masse (bien souvent un disque).

1. Collecte et saisie des données

Le problème de la collecte des données est un des points les plus importants dans les systèmes de banque de données du fait de la taille des fichiers et du degré de fiabilité que ces systèmes doivent présenter (CHAUMIER, 1994). Les données collectées sont de deux types : les données numériques et les données graphiques.

1. 1. Les données numériques

Durant cette étape, nous avons collecté toutes les données numériques et alphanumériques relatives aux entités géographiques qui sont dans notre étude, entre autres les données pluviométriques et les données climatiques de la station d'Ain El Bey ainsi que les données statistiques des différents aspects socioéconomiques.

1. 2. Les données graphiques

Plusieurs types de cartes existent et présentent les différents aspects du massif de Djebel El Ouahch. Cependant, pour la création de notre base de données, nous avons choisi les cartes topographiques et les cartes géologiques qui couvrent la zone d'étude.

2. La saisie des données

Selon la nature des données, la saisie peut se faire au clavier, ou avec un scanner. Ces deux types de saisie permettent de convertir les données de format papier en format numérique. La saisie par le scanner est plus rapide mais demande une longue correction pour séparer les éléments, les identifier et les codifier. Dans le cadre de notre étude, nous avons

adopté le premier type. La saisie est effectuée dans des fichiers de type *.xls, du logiciel Excel de Microsoft version 2014.

Une sélection rigoureuse et un soin particulier ont été apportés pour assembler ces données de telle manière à ce qu'elles soient plus homogènes et les plus cohérentes.

3. La cartographie

La cartographie comprend l'ensemble des études et des opérations scientifiques, artistiques et techniques, intervenant à partir des résultats d'observations directes ou de l'exploitation d'une documentation en vue de l'élaboration et l'établissement de cartes, plans et autres modes d'expressions ainsi que leur utilisation (GIRARD, 1999). Elle constitue un outil de premier plan pour le gestionnaire. Cette discipline a connu d'énormes évolutions technologiques (SIG, télédétection, GPS, internet,...).

4. Le calage

C'est la transformation géométrique effectuée sur un document graphique visant à faire coïncider un nombre de points choisis avec les points analogues d'un autre document graphique (Steinberg, 2002). Pour cela, nous utilisons des fichiers maillés ou rasters pour manipuler les images.

L'appareillage nécessaire est un scanner A0 en couleur relié à un ordinateur. Le résultat sont des images de type *.JPEG qui sont utilisées par Arc Gis en mode raster. Le calage mérite de choisir un type de projection bien identifié avec la zone.

Donc, que ce soit pour l'agronome, le pédologue, le géologue, l'écologue, etc., la connaissance de l'occupation du sol d'un territoire donné représente une information très importante pour la caractérisation, la gestion et la prévision à posteriori d'un schéma directeur.

5. Sources des données utilisées

5.1. Les images satellitaires de Google Earth

Les images satellitaires constituent un outil important dans la cartographie de l'occupation du sol ainsi que dans la planification et la gestion des ressources. Elles sont descriptives et apportent une information spatiale beaucoup plus importante par rapport aux autres sources d'information. Le processus d'interprétation, qu'il soit visuel ou automatique, transforme les données contenues dans l'image en éléments d'informations attachés à une localisation géographique, permettant ainsi une visualisation de la Terre avec un assemblage

de photographies aériennes ou satellitaires. Anciennement produit par Keyhole Inc. Ce logiciel permet à tout utilisateur de survoler la Terre et de zoomer sur un lieu choisi.

La résolution de l'image fournie par le programme Google Earth dépend avant tout de l'endroit géographique. En effet, la résolution n'est pas homogène sur toute la planète et, d'une manière générale, les grandes agglomérations sont beaucoup plus détaillées que les milieux ruraux.

5.2. Le modèle numérique d'élévation (MNE)

Le modèle numérique d'élévation utilisé dans notre étude est le GDEM (Global Digital Elevation Model) du satellite ASTER ("Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer"), qui couvre le monde entier (entre 83° Nord et 83° Sud). Il est coproduit par le METI (ministère de l'économie, du commerce et de l'industrie du Japon) et la NASA (administration nationale de l'aéronautique et de l'espace).

Ce MNE gratuit a une résolution d'une seconde d'arc soit environ 30 mètres à l'équateur. Il a donc une résolution trois fois plus fine que celle du SRTM. Sa distribution est faite en format GeoTiff de 1° x 1° avec le système de coordonnées géographiques WGS84.

À partir du MNE, on peut créer le MNT (Modèle Numérique de Terrain), qui est une représentation 3D de la surface d'un terrain ou d'une planète. Ce MNT permet:

- ✓ d'extraire les paramètres du terrain ;
- ✓ de tracer des profils topographiques ;
- ✓ de modéliser l'écoulement de l'eau ou de la masse du mouvement (ex: avalanches et glissements de terrain) ;
- ✓ de créer des cartes de relief (pentes, exposition, courbes de niveau etc.).

6. Données issus d'observations et d'enquêtes sur terrain

L'utilisation des supports cartographiques engendre des informations incertaines qui ne peuvent être levées que par un renforcement d'observations et de mesures sur terrain. Ces travaux restent indispensables pour deux raisons :

- certaines variables du milieu physique ne peuvent être mesurées que par des observations de terrain ;
- les variables mesurées par satellite doivent être calibrées et vérifiées sur terrain.

Ces enquêtes se sont déroulées durant tous les mois de Mars, Avril et Mai, avec une fréquence de deux à cinq sorties par mois. Ces données serviront à différents niveaux dans

l'étude de l'occupation du sol. La combinaison des sources d'information et des données demeure une règle fondamentale dans l'étude de l'occupation du sol.

Les données ont été récoltées auprès des institutions et des services agricoles, forestiers et travaux publics ainsi que les travaux de recherche effectués sur le périmètre de notre zone d'étude comme le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU, 2010) qui a pour but de produire un document qui servira d'instrument de planification et permettra aux autorités concernées de mieux maîtriser le développement de leurs territoires.

7. Méthodes de traitement des données

La méthodologie adoptée pour réaliser la carte d'occupation du sol de la région de Djebel Ouahch repose sur plusieurs étapes (Fig.05).

7.1. Acquisition des images satellites

L'exploitation des images satellites nécessite un travail très précis de traitement. Le logiciel **Easy Google Maps Downloader** est un outil qui permet de télécharger des images géographiques à partir de Google Maps (y compris les cartes de terrain et les images satellites) en indiquant simplement les coordonnées géographiques (latitude et longitude) et en précisant le niveau du zoom (Fig.04). Une fois les images téléchargées sous forme de tuiles, elles sont combinées pour former une seule image et enregistrées en format BMP grâce à l'outil Map Combiner (Fig.06).

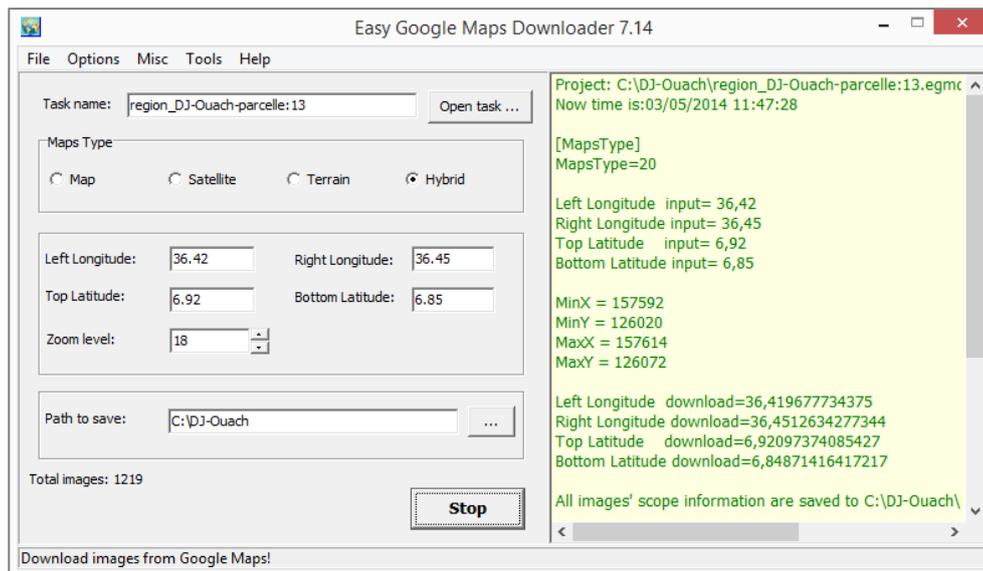


Figure 4: Téléchargement des images satellites avec Easy Google Maps Downloader

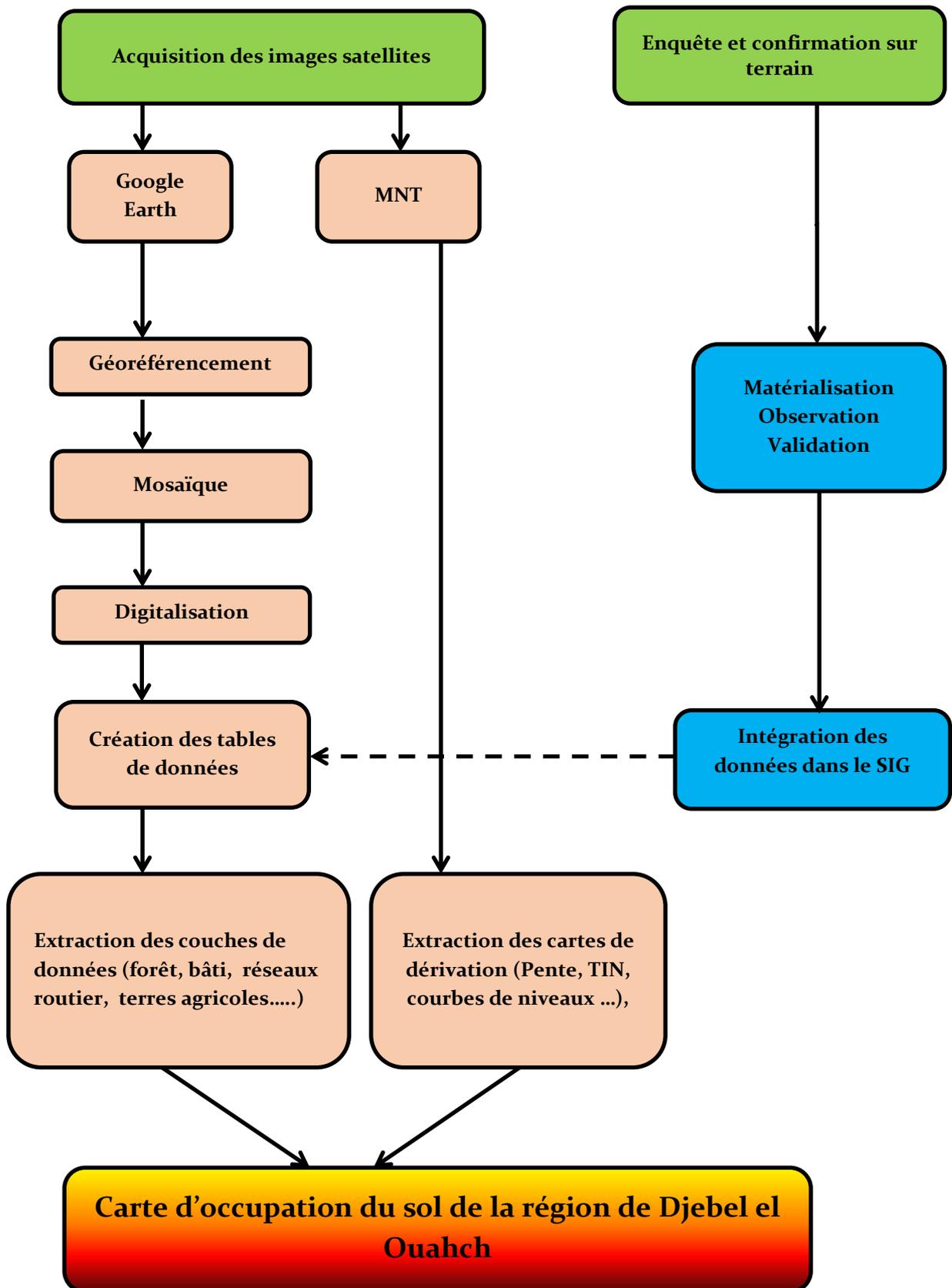


Schéma 1: Étapes de réalisation de la carte d'occupation du sol.

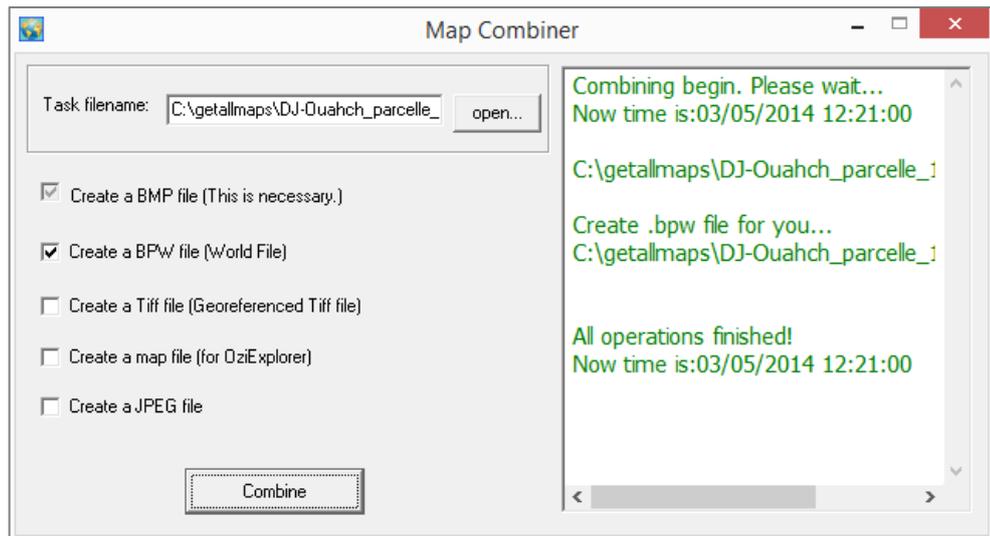


Figure 5: Combinaison des images satellites avec Easy Google Maps Downloader

7.2. Utilisation du système d'information géographique (SIG)

Le SIG est un système de gestion informatique capable de saisir, de stocker, d'analyser et de présenter sous forme de cartes ou de graphes des données localisées dans un espace géographique (Fig.07). Le SIG se définit comme des ensembles de données repérées dans l'espace et structurées de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles.

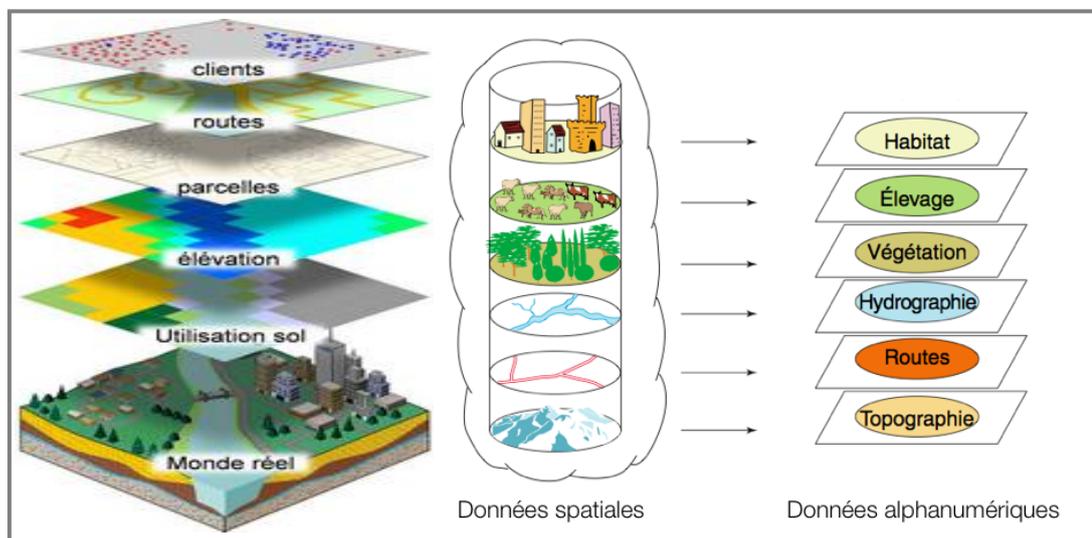


Schéma 2 : Structure de l'information géographique

Un SIG contient généralement plusieurs sortes d'objets géographiques qui sont organisés en thèmes que l'on affiche souvent sous forme de couches. Chaque couche contient des objets de même type. On peut distinguer deux modes de représentation (Fig.08) :

-vectoriel: les objets sont représentés par des points, des lignes ou des polygones ;

-matriciel (format raster): il s'agit d'une image, d'un plan ou d'une photo numérisés et affichés dans le SIG en tant qu'image.

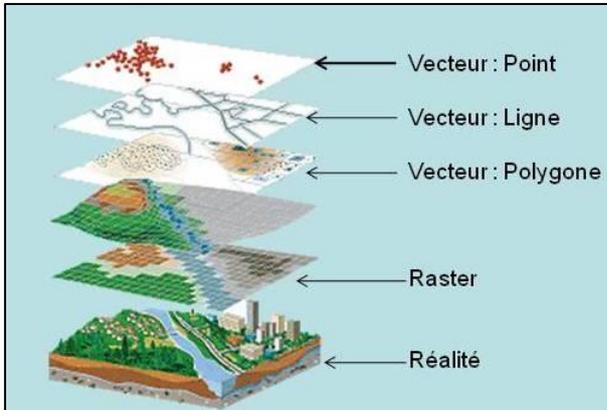


Schéma 3 : Modes de représentation des données dans le SIG

7.2.1. Le géoréférencement

Le géoréférencement est un processus permettant d'établir une relation entre les entités affichées dans le système d'information géographique et leur position dans le monde réel.

La terre est sphérique et les cartes étant plates, la conversion des positions géographiques sur une surface de la terre en une surface plate nécessite une méthode mathématique appelée projection cartographique (Fig.09).

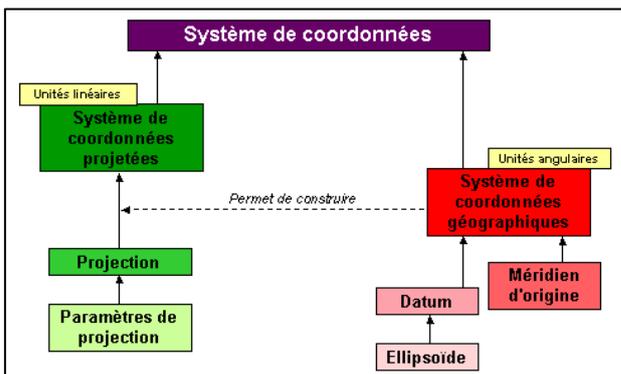


Schéma 4 : Systèmes de projection cartographique

Pour le géoréférencement des images satellites de Google Earth dans le SIG, on utilise le système de coordonnées géographiques WGS 84 (World Geographic System 1984). Concernant le système de projection, nous avons choisi UTM (Universal Transverse Mercator) zone 31 Nord.

D'une façon générale, il s'agit de rechercher des relations entre des points caractéristiques présents dans l'image et leur position réelle à la surface du globe: ce sont les points de référence appelés également « points de calage » (Fig.10).

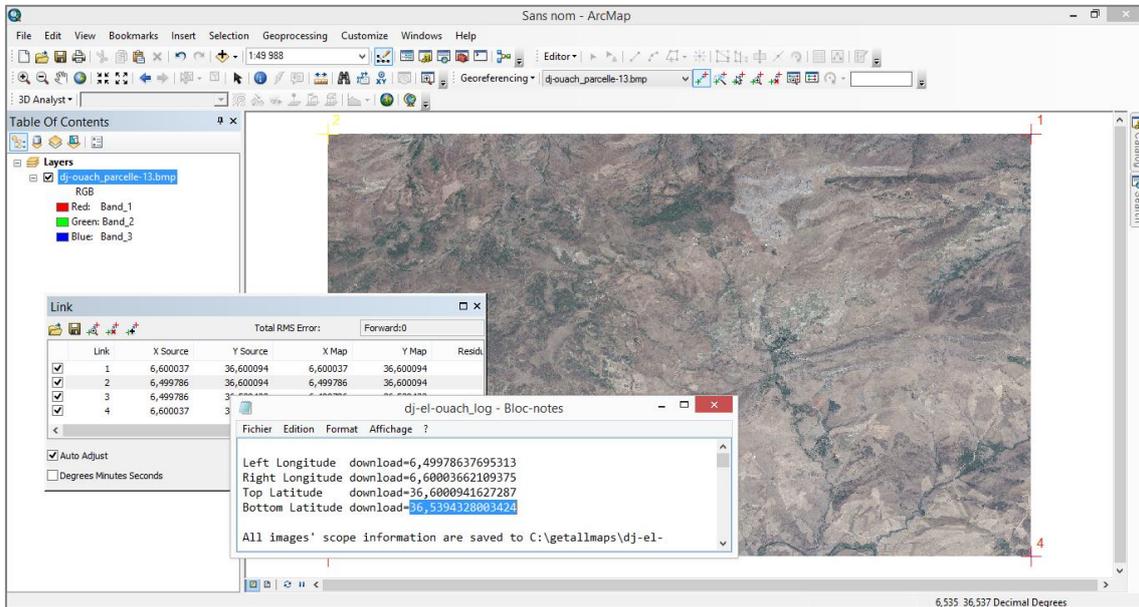


Figure 6: Géoréférencement des images Google Earth dans le SIG

La qualité du géoréférencement dépendra de la précision de la localisation des points de calage ainsi que de leur répartition.

7.2.2. Mosaïque des images satellites

Les mosaïques d'images permettent de gérer, d'afficher et de diffuser des données raster en une seule image. Elles sont créées, modifiées et gérées à l'aide de l'outil mosaïque dans la boîte à outils "gestion des données" (Fig.11).

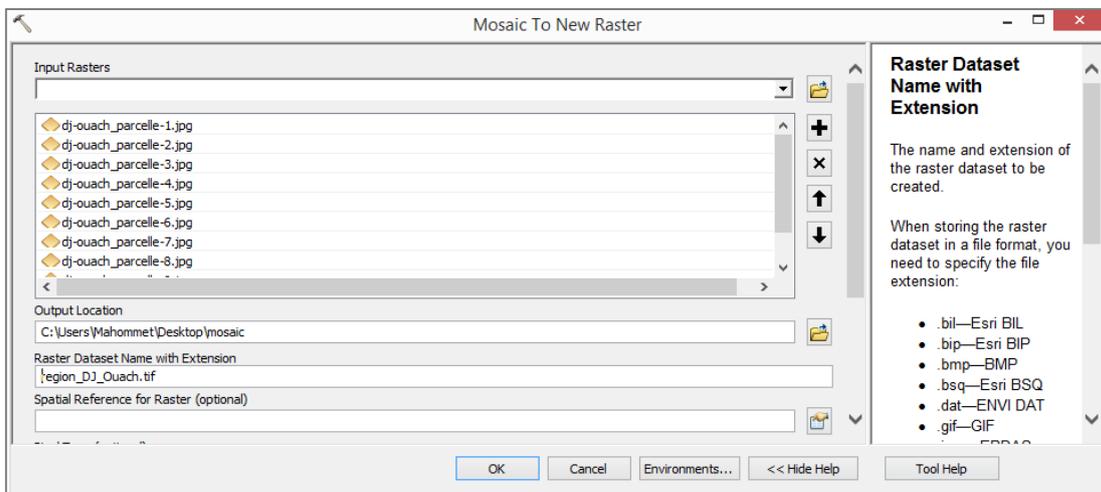


Figure 7 : Mosaïque de plusieurs jeux de données raster en un seul raster.

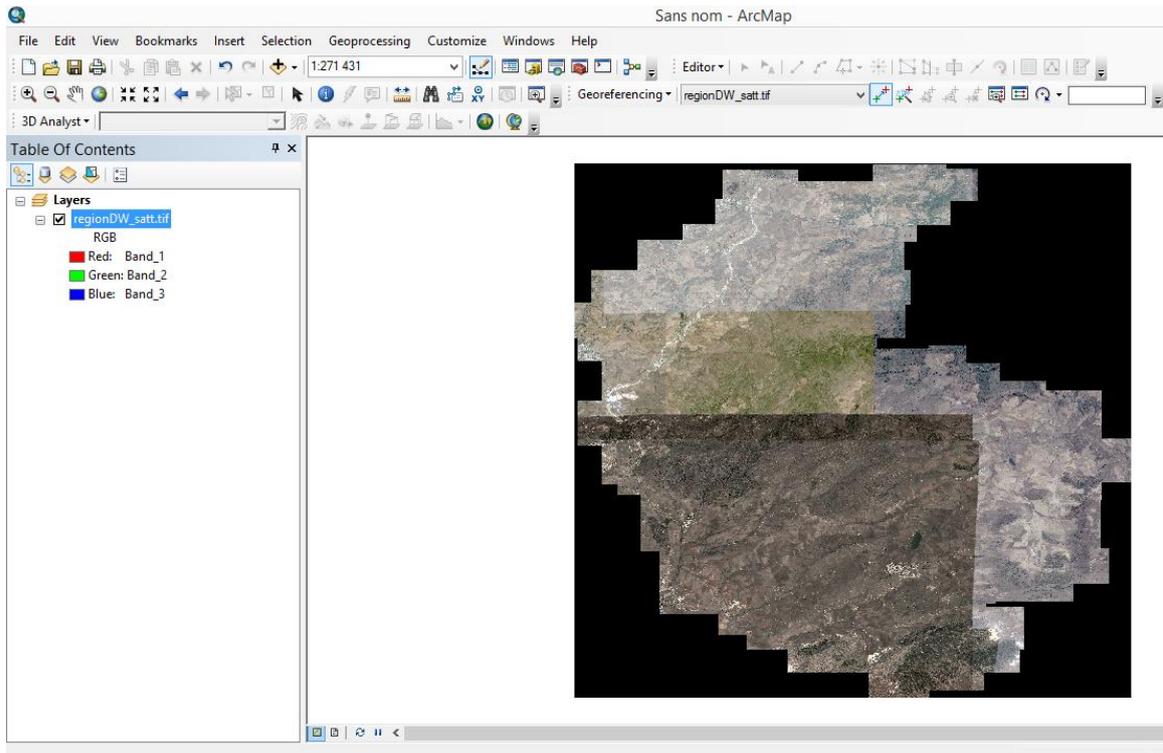


Figure 8 : Image raster finale de la région d'étude

7.2.3. La digitalisation (La transformation des données du mode raster au mode vecteur)

L'extraction des informations à partir de l'imagerie satellitaire (mode raster) se fait par la digitalisation (mode vecteur). Une fois la carte géoréférencée, on procède à la digitalisation.

Pour cette opération, nous avons utilisé l'image raster finale (Fig.12), qui permet la vectorisation, directement sur les images satellites grâce à l'outil Editor dans ArcMap (Fig.9).

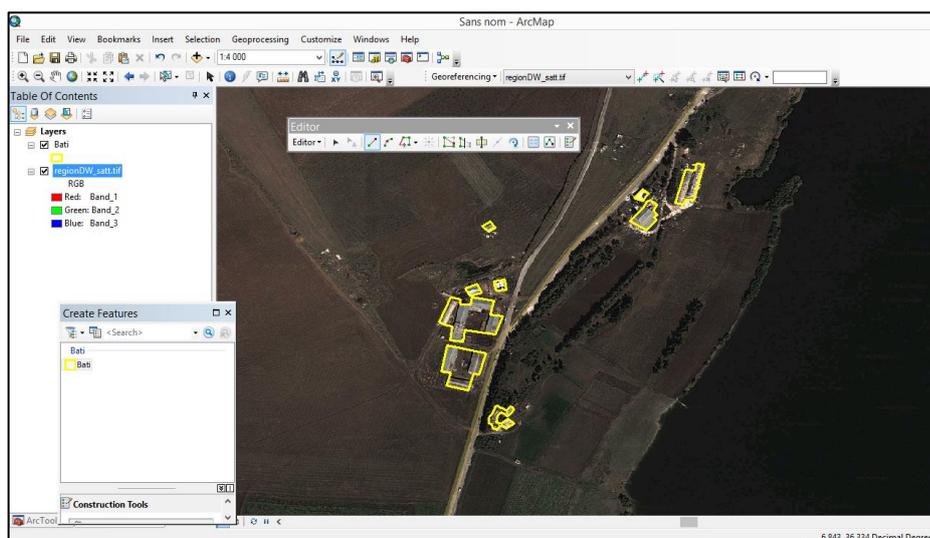


Figure 9 : La digitalisation avec l'outil Editor dans ArcMap

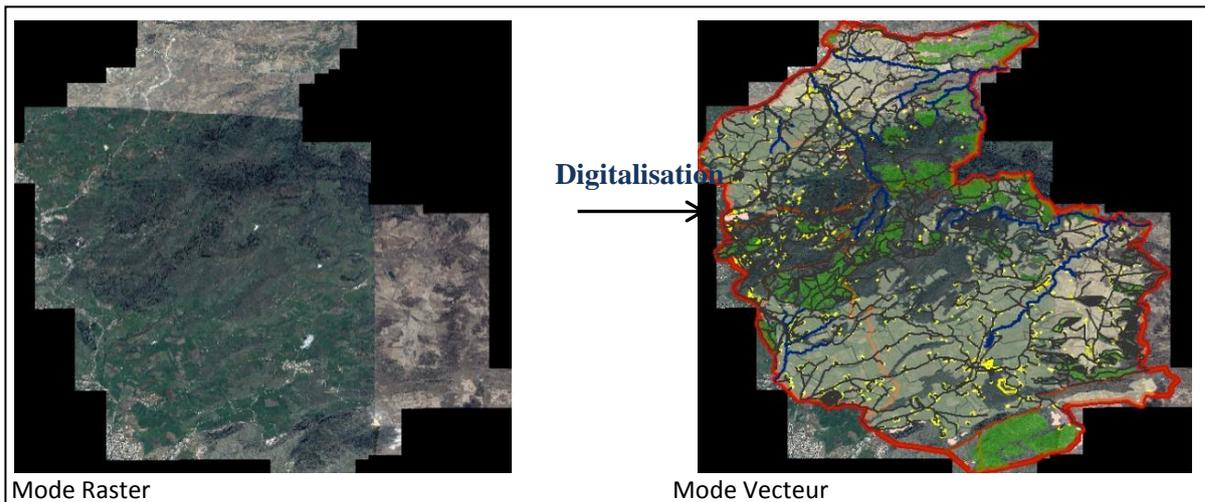


Figure 10 : Le passage du mode raster au mode vecteur

- **L'interpolation spatiale des données**

Dans notre étude, nous avons utilisé les données des stations pluviométriques et la carte classes du sol comme support essentiel pour la création de la base de données. Cette étude nécessite la localisation de ces stations en fonction de leurs codes sur la carte calée auparavant, en utilisant la souris et la distribution des données socioéconomiques sur l'organigramme figuré le Arc gis 10.1. Sur une carte ouverte par Arc gis et précisément sur une couche dessin, on choisit des symboles qui représentent les stations pluviométriques et climatiques et on leur attribue leurs coordonnées géographiques en degrés (X, Y).

7.2.4. Validation de l'interprétation des images satellites par les enquêtes de terrain

Des sorties sur terrain ont été effectuées pour la reconnaissance et la validation des résultats dans le but de :

- ✓ reconnaître et définir les différentes formations végétales et les autres unités thématiques ;
- ✓ vérifier les résultats de l'interprétation visuelle des images satellites et apporter des précisions pour les zones difficiles à interpréter ;
- ✓ noter l'impact de l'action humaine sur le milieu naturel dans les changements et dégradations observées.

Ces missions se sont appuyées sur les cartes déjà disponibles et les interprétations préliminaires des images satellites. La méthode consiste à déterminer des parcelles sur les images satellites et de les repérer sur le terrain afin de valider leur signification thématique.

Le GPS a été utilisé pour faciliter le repérage sur le terrain, des points localisés sur l'image. En effet, les coordonnées géographiques ont été saisies automatiquement dans un fichier interne du GPS. Ce dernier, en liaison directe avec les satellites, permet de nous orienter vers la position choisie.

Les cartes topographiques disponibles sont à l'échelle 1/50 000. Cette précision était suffisante pour réaliser une vérification sur terrain dans de bonnes conditions. Ainsi, les points de vérification ont pu être déterminés et localisés avec précision sur les différentes cartes utilisées.

8. La télédétection

La télédétection est la discipline scientifique qui regroupe l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour l'observation, l'analyse, l'interprétation et la gestion de l'environnement à partir de mesures et d'images obtenues à l'aide de plates-formes aéroportées, spatiales, terrestres ou maritimes.

Comme son nom l'indique, elle suppose l'acquisition d'informations à distance, sans contact direct avec l'objet détecté.

La télédétection englobe tout le processus qui consiste à capter et à enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et à analyser l'information, pour ensuite mettre en application cette information.

Le principe de base de la télédétection est similaire à celui de la vision de l'homme, donc elle est le fruit de l'interaction entre trois éléments : une source d'énergie, une cible et un vecteur.

9. Images

L'image est une matrice de pixels. Le terme de pixel provient de la contraction du mot anglais " Picture et élément ". C'est la plus petite surface homogène constitutive d'une image enregistrée. Chaque pixel possède une valeur radiométrique représentant la moyenne des mesures radiométriques effectuées sur la surface qu'il représente sur le terrain.

Les prétraitements sont des opérations effectuées sur les images en amont de tout traitement de façon à les corriger ou les améliorer géométriquement et thématiquement.

9.1. La correction radiométrique

La correction radiométrique est appliquée sur les images pour réaffecter à chaque pixel une valeur radiométrique la plus proche possible de celle mesurée sur terrain. Les variations enregistrées peuvent être dues au vieillissement des capteurs, à leur dérèglement ou à un défaut, lors de la conception de l'instrument.

Ces corrections qui sont généralement réalisées en amont de l'utilisation, permettent de diminuer les perturbations dues à l'atmosphère et aux capteurs.

9.2. La correction géométrique

La correction géométrique est appliquée sur les images pour réduire les déformations géométriques intervenues lors l'enregistrement de la scène.

Les corrections géométriques sont généralement utilisées pour corriger l'image des déformations systématiques dues à la prise de vue et pour les projeter et les géoréférencier.

9.3. Prétraitement

Ce sont des opérations de correction des distorsions géométriques et/ou radiométriques, appliquées aux images pour les rendre de meilleure qualité, en vue de leur utilisation ultérieure.

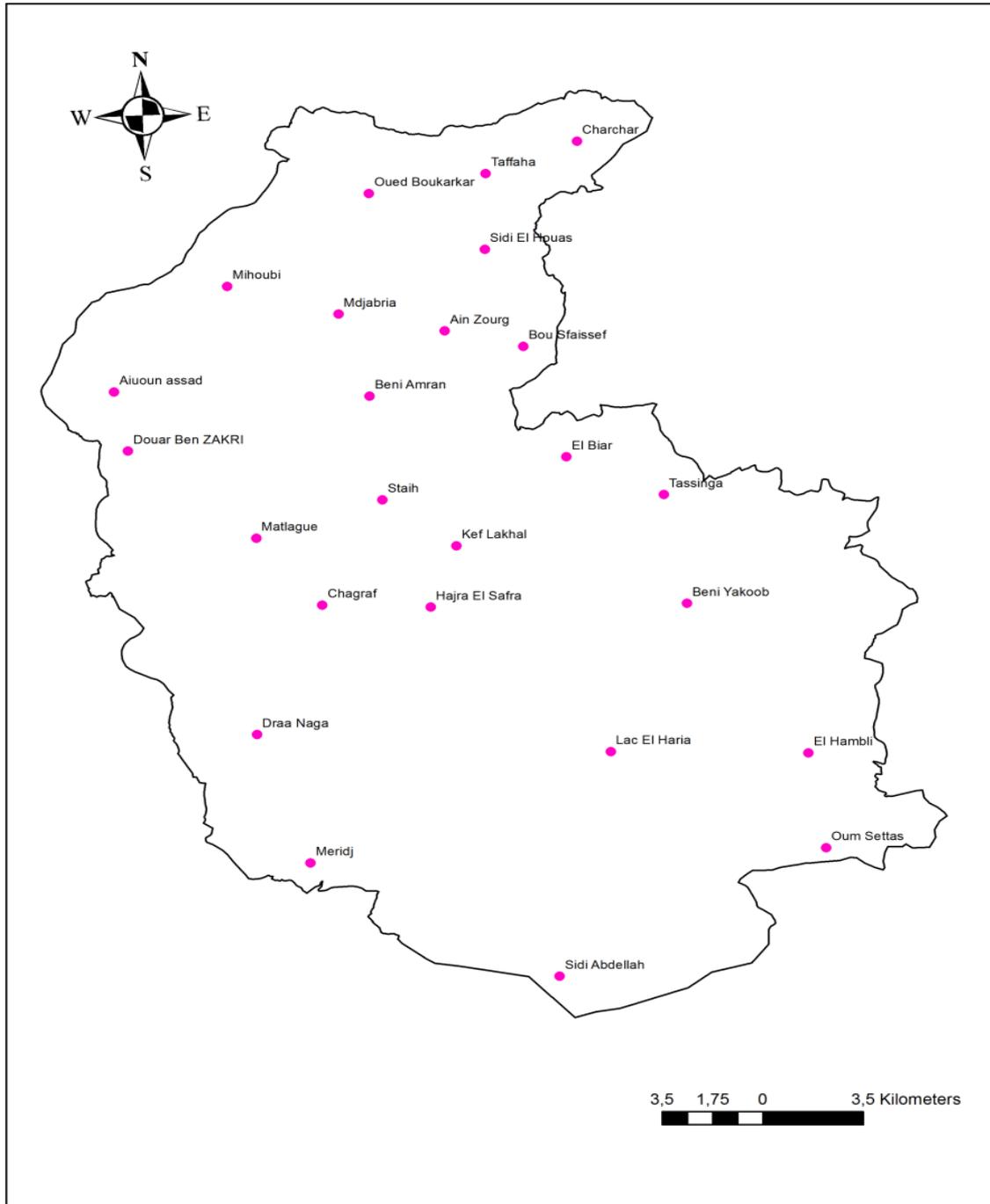
Depuis fin mai 2014, les images LANDSAT 5, 7 et 8 sont disponibles gratuitement et sur demande, au niveau L1T (correction géométrique et orthorectification) et au niveau 2A (corrections atmosphériques), sur le site Earth Explorer de l'USGS.

9. l'échantillonnage

Chaque fosse a été décrite morphologiquement et un échantillonnage a été effectué pour analyses physico-chimiques sur une surface de 66535 hectares. Vingt cinq (25) profils ont été décrits et soixante-quinze (75) échantillons ont été analysés (carte 13).

➤ Le matériel utilisé

- Tarière et couteau pédologique
- Piochon de pédologue
- GPS
- Bêche, pelle et pioche
- Caisse en plastique ajourée pour stockage et transport des échantillons.



Carte13 : Carte d'échantillonnage de la zone d'étude

9.1. Préparation des échantillons pour l'analyse

9.1.1- Broyage - Tamisage

La fraction des échantillons qui sert aux mesures physiques de perméabilité et stabilité structurale est passée au broyeur qui simultanément écrase les mottes et tamise le sol à 2 mm.

Le broyeur (photo 4) est constitué d'un large mortier tournant à fond plat dont la circonférence est garnie de tamis à mailles circulaires de 2 mm. Le pilon tourne sur lui-même, autour de son axe fixe. Il peut être chargé de masselottes plus ou moins pesantes suivant la compacité du sol. Les surfaces de frottement entre mortier et pilon, garnies de caoutchouc spécial permettent de ne pas écraser ni les agrégats trop durs ni les concrétions. Le temps nécessaire au broyage et tamisage d'un échantillon de 2 kg n'excède pas 2 à 3 minutes.

2. L'analyse granulométrique

Après suppression des carbonates, des substances organiques et éventuellement des oxydes de fer (à cause de leur fonction liante), la méthode ROBINSON est utilisée pour déterminer la fraction des particules plus petites que 38 micromètres.



Photo 4 : broyeur



Photo 5 : sols broyés



Photo 6 : sols tamisés

La méthode est basée sur la différence de vitesse de sédimentation entre les particules légères et les plus grosses. La sédimentation des particules résulte des deux forces opposées : la gravité et la friction qui entraînent un mouvement dans un milieu fluide. Dans la méthode “ROBINSON”, un échantillon est pipeté à différentes périodes et à différentes profondeurs de la suspension du prélèvement dans une éprouvette.

La durée et la profondeur sont déterminées à l'aide de la loi de Stokes. La suspension pipetée est condensée et séchée et la pesée détermine le ratio de masse de la fraction pipetée.

La séparation de la fraction argile-limon-sable s'effectue par l'ajout de l'hexamétaphosphate de sodium.



Photo 7: Pipete de Robinson

3. Le pH (étalonnage du pH mètre)

Le pH est un coefficient qui caractérise l'acidité ou la basicité d'un sol. Il définit la concentration d'ions H⁺ dans la phase liquide du sol. Le pH varie de 0 à 14 et la neutralité est atteinte lorsque le pH est égal à 7.

Mode opératoire

On pèse 10 g de sol (fraction <2mm) dans un bécher de 50 ml. On ajoute 25 ml de solution de chlorure de calcium puis on agite plusieurs fois la suspension pendant 30 minutes. On laisse reposer pendant deux (2) heures puis mesurer le pH de la solution surnageante.



Photo 8: Agitateur

4. Conductivité électrique

La conductivité d'une solution est la mesure de la capacité des ions à transporter le courant électrique. Ce passage du courant électrique s'effectue par la migration des ions dans un champ électrique produit par un courant alternatif.

Mode opératoire

On pèse 10 g de sol avec 100 ml d'eau qu'on introduit dans un agitateur pendant 30 minutes. On laisse reposer pendant deux (2) heures puis on filtre la solution et on mesure la conductivité en utilisant le conductivimètre (photo 9).



Photo 9: Conductivimètre

5. Capacité d'échange cationique (CEC)

On pèse 20 g de sol séché à l'air (fraction <2mm) et 20 g de sable stérile (150-300 um). On homogénéise puis on verse le mélange dans l'allonge à percolation contenant déjà un préfiltre en fibre de verre ou de la laine de quartz.

On verse à plusieurs reprises 25 ml de solution d'acétate d'ammonium. On recueille à plusieurs reprises le percolat dans une fiole jaugée de 250 ml. On fait percoler jusqu'à 220 ml puis on ajoute au volume avec la solution d'acétate d'ammonium.

On place sous les allonges à percolation des béchers de 250 ml. On fait percoler 25 ml d'éthanol puis on répète 4 à 5 fois cette opération. On prélève quelques gouttes de percolat dans un tube à essai et on ajoute trois (3) gouttes de réactif de Nessler. On fait passer par la suite à la centrifugeuse et la distillation.

6. Dosage du calcaire total (calcimètre de BERNARD)

Le calcimètre de Bernard est composé d'une burette graduée en ml reliée par le bas au moyen d'un tube en caoutchouc à une ampoule et par le haut à un erlenmeyer muni à l'intérieur d'un petit tube à essai (photo10)..

Principe

On attaque un poids connu de terre par l'acide chlorhydrique selon la réaction:



Cette réaction permet d'utiliser une méthode gazométrique puisque l'on constate qu'une mole de CaCO_3 permet le dégagement d'une mole de gaz carbonique.

Mode opératoire :

a. Etalonnage

Remplir, au préalable, l'appareil d'un liquide coloré légèrement acide pour éviter une solubilisation du CO₂ (HCL N/20).

Introduire dans le doigt de la fiole ou dans un petit tube environ 5 ml d'acide.

Boucher, ouvrir la pince, mettre les niveaux liquides à zéro ; même niveau dans le tube et dans l'ampoule. Fermer la pince.

Renverser la fiole afin de faire couler sur l'échantillon l'acide se trouvant dans le doigt. Le dégagement gazeux commence. Lorsqu'il est terminé, le niveau ne change plus dans tube manomètre, équilibre les niveaux en abaissant l'ampoule afin que le liquide soit dans le même niveau dans l'ampoule et le tube.

Lire le volume V correspondant au poids P (avec le carbonate pur)

b. Le dosage

Selon l'importance des carbonates, évalués par le test d'effervescence, on peut orienter la prise d'essai variant de 0.5 à 1 g de terre à 2mm.

La prise d'essai choisie sera disposée comme pour l'étalonnage. Soit P la prise d'essai et V1 le volume dégager.



Photo 10 : Calcimètre de Bernard

7. Calcaire actif (méthode DROUINEAU-GALET)

Selon l'AFNOR (1987), la méthode Drouineau-Galet couvre une plage de 0 à 35% de calcaire actif. La méthode utilise la propriété que possèdent les oxalates de se combiner à certains cations, pour former des sels insolubles, faciles à isoler.

On utilise, ici, l'oxalate d'ammonium qui se combine au calcium du calcaire actif, pour former de l'oxalate de calcium insoluble. L'excès d'oxalate d'ammonium est ensuite dosé par une solution de permanganate de potassium en milieu sulfurique (Callot, G., Dupuis, M., 1980).

Mode opératoire

On pèse avec exactitude 10 g de sol, et on les introduit dans un flacon PE de 500 ml. On note avec précision la masse m , en g.

On ajoute 250 ml d'oxalate d'ammonium $((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4)$ 0.2 N, mesuré au cylindre gradué puis on agite mécaniquement durant deux (2) heures.

Le calcaire "actif" se combine à l'oxalate d'ammonium pour former de l'oxalate de calcium insoluble. On filtre la suspension sur l'erenmeyer en rejetant les premiers ml du filtrat.

On pipete 10 ml du filtrat que l'on verse dans un erlenmeyer (ou un bécher) de 100 ml. On ajoute dans ce dernier 10 ml d' H_2SO_4 3.6 N au 1/10 puis on porte le mélange à une température de 60°C .

On place l'erenmeyer sur un agitateur magnétique chauffant et on titre immédiatement l'excès d'oxalate d'ammonium (non combiné au calcaire) avec la solution de KMnO_4 0.1 N. On ajoute le permanganate jusqu'à l'obtention d'une coloration rose persistante et on note V_0 ou V , le nombre de ml de KMnO_4 0.1 N utilisés pour la titration du blanc ou de l'échantillon, respectivement.

- **Phosphore total**

La méthode Olsen (1954) est celle du bleu de Molybdène dont le principe est l'attaque à chaud de toutes les liaisons phosphatées par l'acide nitroperchlorique qui permet la libération du phosphate dans la solution. La teneur en phosphate donne une valeur, lue au spectromètre.

- **Potassium**

La terre est mise en contact avec une solution d'acétate d'ammonium, suivant la norme AFNOR NF X31-108. L'extrait obtenu est dosé par spectrométrie d'émission atomique par plasma induit (ICP).

- **Soufre**

Principe

Le sol est calciné en présence de nitrate de potassium, en milieu acide. Le sulfate est ensuite dissous par l'acide nitrique et l'eau. Le soufre est oxydé en sulfate par turbidimétrie.

Réactif

- 1) Solution de digestion : 100 g de nitrate de potassium dans 600 ml d'eau distillée. On ajoute 350 ml d'acide nitrique concentré dilué à 1L
- 2) Acide nitrique à 25 %
- 3) Phosphate monopotassique à 10%

Mode opératoire

- Peser 5 g de sol (tamis 0,2 mm) que l'on introduit dans une capsule en porcelaine à fond plat de diamètre supérieur 7 cm.
- Ajoute 25 ml de solution de digestion et évaporer à sec (température moyenne) pour éviter les projections (plaques BREWER réglées sur l'index 20)
- Lorsque le contenu de la capsule est presque à sec, pousser le chauffage pour éliminer le maximum d'acide nitrique (sinon il y a un fort dégagement de vapeurs nitreuses au moment de la calcination)
- Faire passer le tout dans un tube de centrifugeuse de 250 ml, rincer le bécher, centrifugé à 1000 Tours
- Décanter dans le bécher de 250 ml, qui a servi à la précipitation.
- Mettre à évaporer à l'étuve à 70°C.
- Après évaporation, filtrer et s'il y a un précipité, laver à l'eau distillée chaude et recueillir le filtrat dans une fiole jaugée de 100 ml.
- Ajuster à 100 ml avec de l'eau.

8. La matière organique (méthode de Walkley et Black modifiée)

8.1. Dosage du carbone

- Bichromate de potassium environ normal : 39 g par litre
- Sel de Mohr (Sulfate de Fer et d'Ammonium) : 258 g par litre
- Permanganate tiz-6 O ,2 N (solutions en ampoules titrisols ou fixanal).

Mode opératoire

- L'opération s'effectue sur de la terre fine (tamis de 2 mm). Le poids de terre est fonction de la richesse du sol en matière organique. On doit opérer sur un échantillon tel que le carbone présent soit inférieur à 25 mg. (Compte-tenu du titre des solutions on devra verser moins de 40 cc de permanganate, sinon recommencer sur un poids moindre).
- On introduit un poids p de terre dans un erlenmeyer de 509 CC puis on verse 10 cc de bichromate de potassium. -- On agite et on laisse reposer pendant une demi-heure.

-- La solution prend une teinte verte. On titrer l'excès de sel de Mohr par du permanganate C₂N jusqu'à l'apparition d'une teinte bleu gris caractéristique.

- On effectue pour chaque série quatre (4) témoins à blanc, dont on prendra la moyenne.

La teneur en matière organique (en %) est calculée selon la formule

$$\text{MO (\%)} = \text{C\%} * 1,73$$

8.2. Dosage de l'azote total (méthode de KJELDAHL)

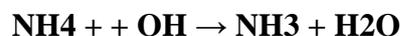
Les réactifs

- Catalyseur : 2 g du mélange
- Sulfate de potassium : 125 g
- Sulfate de cuivre Selknum pur : 25 g
- Soude 25 N (1000 g de soude par litre). - Acide sulfurique N/50 préparé à partir du titrisol 0, 1 N
- Sulfate d'Ammoniaque 0.1 N titrisol
- Acide borique 413 g par litre (à dissoudre dans l'eau chaude)
- Réactif mixte (pH 5,4) 50 mg bleu de méthylène

Après minéralisation, l'azote se trouve dans le minéralisat sous forme de NH₄⁺. Le dosage de l'azote total est un dosage acide-base. Les ions ammonium du minéralisat se trouvant dans un excès d'acide sulfurique, on ne peut les doser directement.

Dans un premier temps on va donc déplacer les ions ammonium du minéralisat sous forme de NH₃ (ammoniac), puis il faudra récupérer l'ammoniac seul pour pouvoir le doser à l'aide d'une solution étalonnée d'acide fort.

Pour isoler l'ammoniac, on procède par distillation. Le minéralisat est ainsi tout d'abord neutralisé puis alcalinisé. On a alors :



La lessive de soude étant en excès, tous les ions ammonium sont transformés en ammoniac et donc tout l'azote se retrouve sous forme de NH₃.

9. L'humidité équivalente

Le terme humidité équivalente désigne la quantité d'eau retenue par un échantillon de sol d'environ 1 cm d'épaisseur, préalablement saturé en eau et soumis à une accélération de 1000 g (g= accélération de la pesanteur) pendant 40 mn.

Les échantillons d'environ 30 g sont placés dans des creusets dont le fond concave est constitué d'une grille métalliques. Après humectation par capillarité, le test s'effectue dans une centrifugeuse équipée d'une couronne permettant d'insérer les creusets précédents.

La méthode à été initialement proposée par (L.BRIGGS et J.W. McLANE, 1907). d'après (F.J.Veihmeyer et A.H.Hendrickson, 1931), les valeurs obtenues donnent une bonne estimation de la capacité au champ pour des sols à texture fine.

10. Dosage des oligoéléments

Cinq éléments chimiques (Cu, Zn, Cr et Fe) ont été analysés au niveau du laboratoire LACIP au spectrophotomètre (photo 11). Les analyses concernent les échantillons (75) prélevés au niveau des différents profils de sols (25) du massif de Djebel El Ouahch.



Photo 11 : spectrophotomètre

Conclusion :

Durant ce chapitre, On a présenté et expliqué les principales étapes de ce travail qui comporte deux grandes axes qui sont la création de la base de données avec ces étapes bien précisées en s'aidant d'un système d'information géographique Arc Gis et STATISTICA. Et la classification des images satellitaire LANDSAT 5.7.8 en, sept classes qui représentent la zone d'étude à l'aide de logiciel ArcGis et bien évidemment le GPS

Le travail présenté dans ce chapitre illustre l'état réel du milieu et aussi mettre en lumière les endroits qui exigent des travaux d'aménagement.

Dans la majorité des cas, l'étude de fosses pédologiques fait partie intégrante de la réalisation d'une carte des sols. Elle permet une compréhension approfondie du fonctionnement du sol en

termes physico-chimique et biologique, indispensable à une gestion technique raisonnée et durable.

Chapitre III

Etude Hydro climatique

Introduction

Le Djebel El Ouahch est une zone fortement nuancée. Le passage montagne dépression donne à la zone une particularité topographique qui dénote une opposition climatique importante.

L'altitude joue un rôle prépondérant où le milieu montagnard vient s'opposer à la plaine qui présente des pentes faibles et peu accidentées.

La nature du substrat et le climat sont deux facteurs déterminants dans la personnalisation du massif de Djebel El Ouahch. Une nature difficile fait de ce milieu contraignant, un monde marginal. Cependant, il reste envoûtant par la brutalité de ses paysages, des changements de climat, de son état de zone ' franche' où l'élément humain est extrêmement rare, voire inexistant par endroits. Les grands contrastes d'une zone à l'autre sont parmi les éléments qui singularisent le Djebel El Ouahch par rapport à la platitude et la monotonie des Hautes Plaines environnantes du Constantinois.

Le Djebel Ouahch appartient au climat méditerranéen montagnard avec une certaine continentalité, laquelle accentue énormément les amplitudes climatiques. Les hivers sont extrêmement froids et les périodes estivales très chaudes.

D'une manière générale, le climat est relativement sec sur l'ensemble de la région. La pluviométrie est comprise entre 500 et 700 mm/an.

Cette tranche pluviométrique insuffisante est le plus souvent mal répartie. Le régime pluviométrique le plus fréquent est à un maximum hivernal dans la partie septentrionale de la région et automnal dans sa partie méridionale. On enregistre également un gradient décroissant de la hauteur des pluies d'Est en Ouest et du Nord vers le sud. Elle connaît toutefois une légère augmentation en exposition nord (MEDJRAB. 2005).

Les phénomènes météorologiques et surtout pluviométriques jouent un rôle fondamental dans toute étude d'aménagement mais ils ne sont pas toujours simples à analyser et cela, par suite de la faiblesse du réseau d'observation au niveau de la zone d'étude qui n'est qu'un échantillon représentatif du réseau météorologique national.

Le réseau météorologique servant de référence reste très insuffisant. De ce fait, de nombreux secteurs de notre zone d'étude restent indéterminés et l'appréciation des facteurs secondaires et locaux est très difficile sans l'utilisation de gradients de correction

Dans ce contexte, ALCARAZ (1982, 1983) dans son étude de la végétation de l'Ouest algérien, a mis en évidence l'existence de gradient de croissance altitudinale pour les températures et les précipitations. Il a utilisé des extrapolations généralisées pour évaluer les

conditions climatiques des principaux reliefs dans les zones dépourvues de stations d'observation.

Néanmoins, cette approche paraît très simpliste dès que les travaux concernent des terrains très étendus et fortement accidentés (cas de Djebel El Ouahch). Dans ces conditions, l'opposition des versants, l'orientation et la disposition des différents compartiments, la différence entre les fonds de vallées et les sommets n'est pas suffisamment prise en compte (ESCOUROU, 1981).

De nombreux travaux ont été réalisés pour l'appréciation des gradients de correction. Le tableau ci-dessous résume les principaux gradients de correction avancés par ses auteurs (SARI A., 2002).

Tableau 7 : Variation des gradients de correction

Auteurs	Valeurs de « P » /100 m	Valeurs de « m »/100 m	Valeurs de « M »/100 m	Régions
SELTZER (1946)	30 mm	0.40 °C	0.70 ° C	Algérie du Nord
GCHARZOULI (1977)	25 mm	-	0.63 ° C	Ouest algérien
DAHMANI (19884)	30 mm	0.5 ° C	-	Région de Tlemcen

I-1 Correction des données climatiques de la zone d'étude

Dans cette étude, nous proposons les points suivants :

- Le point 824m qui se situe au Sud-Ouest (Djebel El Ouahch)
- Le point 582m qui se trouve à Didouche Mourad, au Nord-Ouest de la zone d'étude
- Le point 540m qui se situe au Nord-Est, à Zughoud Youcef
- Le point 620m se situe à Lambléche, dans la région de Djebel El Ouahch
- Le point 633 m est situé à Ain Nahass, dans la commune d'El Khroub.
- Enfin le point 1109m qui se trouve au centre de la zone d'étude (Kef Lakhal)

Tableau 8: Localisation des principales stations de Djebel El Ouahch

Station	Longitude	Latitude	Altitude
El Hambli	6°55'28,436''E	36°19'46,87''N	824m
Aioun Saad	6°42'24,787''E	36°30'2,78''N	582m
Sidi El Houas	6°45'51,174''E	36°31'56,021''N	540m
Ain Nahas	6°43'44,624''E	36°17'52,988''N	633m
lambléche	6°42'42,383''E	36°20'35,837''N	620m
Kef Lakhal	6°47'30,438''E	36°24'26,206''N	1109m

I.1.1 Correction des données thermiques

La vie végétale se développe entre deux pôles thermiques extrêmes : la moyenne des minima du mois le plus froid (m) et la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) (EMBERGER, 1942; DAGET, 1977).

Contrairement à la pluviométrie, les températures sont en relation étroite avec l'altitude. De façon générale, plus on monte en altitude, plus la température diminue. SELTZER (1946), dans son étude sur le climat d'Algérie, préconise les gradients suivants : 0,7 °C de diminution pour tous les 100 m de dénivellation pour les maxima (M) et 0,4 °C pour tous les 100 m, pour les minima (m).

Nous avons calculé les coefficients de correction pour les paramètres thermiques et pluviométriques. Ces coefficients nous permettent d'avoir des données plus précises concernant les points considérés.

Tableau 9 : Valeurs corrigées de températures Max et Min pour les points considérés.

Mois		Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nouv	Dec
stations	T°C												
Station AinEl Bey (583,1m)	M	11,98	13,26	16,15	19,06	24,83	30,44	34,24	34,29	29,15	24,06	17,04	12,98
	m	2,49	2,77	4,82	6,93	11,08	15,24	18,25	18,73	15,76	11,70	6,87	3,87
	T°moy	6,93	7,42	9,9	12,63	17,35	21,73	25,45	25,58	21,5	17,1	11,63	8
Point El Hambli (642m)	M	9,8	11,4	14,2	17,2	21,3	25,9	30,4	30,7	27,3	21,2	15,5	11,3
	m	1,1	2,0	3,6	5,3	8,6	12,2	14,9	15,8	14,3	9,7	5,7	2,8
	T°moy	5,4	6,7	8,9	11,2	14,9	10,6	22,6	23,2	20,8	15,4	10,6	6,9
Point Didouch mourad (582m)	M	11,3	13,0	15,6	18,6	22,6	26,6	31,4	31,9	28,6	22,5	17	12,8
	m	3,2	4,2	5,8	7,5	11	14,8	17,7	18,7	16,8	11,8	7,7	4,6
	T°moy	7,2	8,6	10,7	13,0	16,8	20,8	24,5	25,3	22,7	17,1	12,3	8,7
Point Zighoud Youcef (540m)	M	11,5	13,0	15,6	18,5	22,3	26,6	31,0	31,6	28,4	22,4	17,1	13,1
	m	3,5	4,2	5,9	7,7	11,0	14,8	17,7	18,8	17	12,1	8,1	5,1
	T°moy	7,5	8,6	10,7	13,1	16,6	20,7	24,3	25,2	22,7	17,3	12,6	9,1
Point lamblèche (620m)	M	10,7	12,5	15,1	18,2	22,3	26,8	31,7	32,0	28,6	22,1	16,5	12,1
	m	2,4	3,3	4,9	6,7	10,1	4,0	16,9	17,8	15,9	10,8	6,7	3,5
	T°moy	6,5	7,0	10,0	12,4	16,2	20,4	24,3	24,9	22,2	16,4	11,6	7,8
Point Ain Nahas (633m)	M	11,1	12,9	15,4	18,6	22,8	27,3	32,2	32,4	28,9	22,6	16,8	12,4
	m	2,4	3,6	5,1	6,9	10,4	14,4	17,3	18	16,2	11,2	6,9	3,7
	T°moy	6,8	8,2	10,2	12,7	16,6	20,8	24,7	25,2	22,5	16,9	12,8	8,2
Point Kef lakhal (1109m)	M	9,6	10,9	12,9	16,7	22,3	26,7	31,3	31,3	26,4	21,3	15,3	10,7
	m	1,4	1,05	3,3	5,5	9,4	13,7	16,5	17,05	13,8	10,2	5,4	2,4
	T°moy	5,28	5,77	8,25	10,9	15,7	20,0	23,8	23,9	19,8	15,4	9,9	6,3

A la lecture des données du tableau de températures, il se dégage ce qui suit:

- La moyenne annuelle des températures dans la région de Djebel El Ouahch est de 13,10°C. Elle est sensiblement inférieure de 0,21°C à celle de la station de référence d'Ain El Bey qui est 13,31°C.
- Les moyennes mensuelles se distribuent ainsi par rapport aux moyennes annuelles.

- Les zones d'Ain El Bey et Djebel El Ouahch se caractérisent toutes les deux par un hiver frais, mais il est plus frais à Djebel El Ouahch qu'à Ain El Bey, car les températures moyennes, minimales et maximales au niveau de Djebel El Ouahch sont plus basses.
- Ces températures basses sont parfois très néfastes pour certaines espèces forestières telles que l'Eucalyptus qui ne résiste pas au gel et aux chutes de neige fréquentes et abondantes.
- La zone d'étude se caractérise aussi par un été chaud (climat méditerranéen) mais un peu plus frais qu'à Ain El Bey ou dans d'autres zones de la wilaya.
- Cette variation des températures, soutenue par des pluies abondantes, explique la présence au niveau de Djebel El Ouahch d'espèces forestières rares telles que les séquoias qui ont du mal à se développer dans d'autres endroits de la wilaya.
- Les températures moyennes annuelles et mensuelles agissent directement en interaction avec les autres facteurs, météorologiques (insolation, vitesse et turbulence du vent, précipitation...), biogéographiques, le phénomène d'évapotranspiration et le déficit d'écoulement annuel et saisonnier.

Tableau 10: Répartition mensuelle des températures de la zone de Djebel El Ouahch

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
T°Cmin	2,4	2,5	4,7	6,6	10,3	12,7	10,9	17,8	15,6	9,5	6,7	3,7
T°Cmax	10,8	12,4	14,9	17,6	22,6	27,1	31,7	32	28,1	22,3	16,4	12,1
T°Cmoy	6,5	7,4	8,9	12,2	16,3	21,1	24,2	24,7	21,7	24,3	12,4	8,3

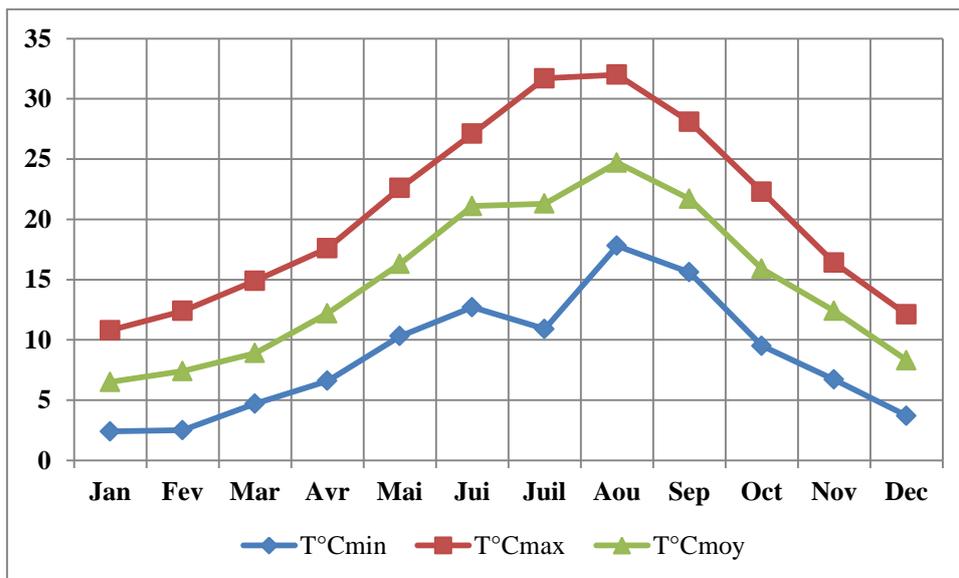


Figure 11: Répartition mensuelle des températures

I.1.2. Les amplitudes thermiques

Pour le mois le plus froid (février), l'amplitude thermique est de 9,4°C. Elle est de 8,5°C pour les mois de janvier et décembre. Pour les mois les plus chauds, elle est de 14,2°C en Août et de 14,7°C, en juillet.

Les amplitudes importantes en période d'hiver (9,4°C) constituent des risques graves pour la végétation à cause de la gelée tardive du printemps (l'amplitude thermique est de 10,2°C en Mars). Les amplitudes thermiques mensuelles s'élèvent davantage en période d'été. Le siroco favorise, en cette période l'augmentation de ces amplitudes.

Malgré les valeurs assez élevées des amplitudes thermiques de la zone de Djebel El Ouahch qui attestent de la continentalité du climat, elles restent moins élevées que celles de la station d'Ain El Bey.

Tableau 11: Amplitudes thermiques (M-m) des différentes stations

	Janv	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Ain El Bey	9,4	10,4	11,3	12,1	13,7	15,2	15,9	15,5	13,4	12,3	10,1	9,1
El Hambli	8,7	9,4	10,6	11,9	12,7	13,7	15,5	14,9	13	11,5	9,8	8,5
Didouche Mourad	8,1	8,8	9,8	11,1	11,6	11,8	13,7	13,2	12	10,7	9,3	8,2
Zighoud youcef	8	8,8	9,7	10,8	11,3	11,8	13,3	12,8	11,4	11,2	10,3	8
Lambléche	8,3	9,2	10,2	11,5	12,2	12,8	14,8	14,2	12,7	12,6	9,8	8,6
Ain Nehaas	8,7	9,3	10,3	11,7	12,4	12,9	14,9	14,4	12,7	12,5	9,9	8,7
Kef Lakhel	8,5	9,8	9,6	11,2	12,9	13	14,8	14,2	12,6	12,4	11,1	8,3

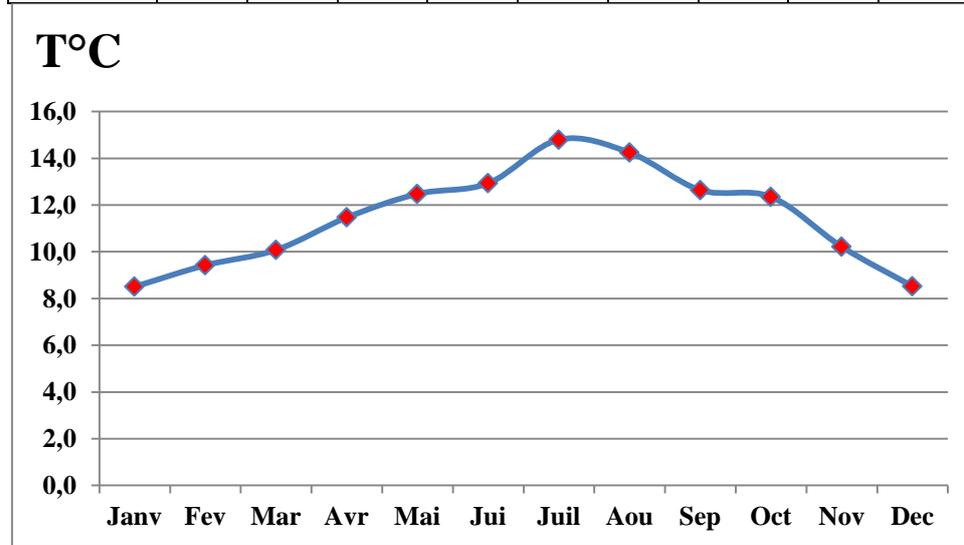
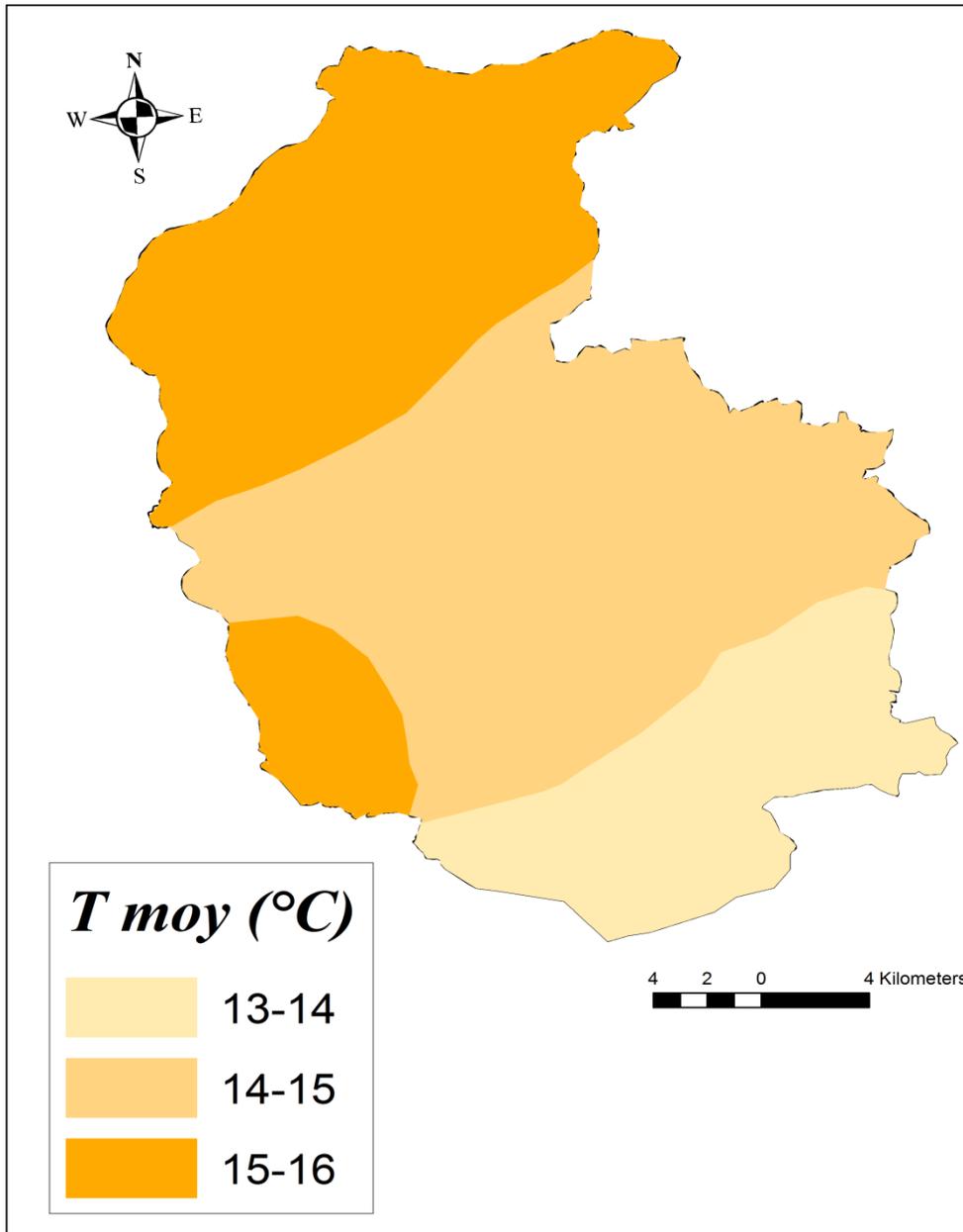


Figure 12: L'amplitude thermique de la zone d'étude



Carte 14 : Températures moyennes de la zone de Djebel El Ouahch (SELTZER. 1946)

I.1.3. Correction des données pluviométriques

Plusieurs auteurs, comme SELTZER (1946), LUCIDO, (1972), LE HOUEROU (1970), CHAUMONT & PAQUIN (1971 in LE HOUEROU, 1989) ont noté l'existence d'une relation linéaire entre les précipitations et l'altitude. Plus l'altitude est élevée, plus les précipitations augmentent. Ainsi, SELTZER (1946) propose une augmentation de 50 mm pour 100 m de dénivelée.

Le tableau (12), indique la correction des précipitations au niveau de la zone d'étude. Cette correction est basée sur les calculs des coefficients de correction des précipitations (Cp).

Elle est calculée selon la formule suivante :

Cp : (coefficient de correction de précipitation)

$$Cp = (A + 516,89) / 516,89.$$

Où A est l'accroissement pluviométrique en mm.

$$A = d \times 50 / 100.$$

d: la différence d'altitude entre les deux stations.

Le nombre 516,89 est la somme des moyennes mensuelles des précipitations de la station de référence (Ain El Bey 583,1m)

Tableau 12 : Valeurs corrigées des précipitations (mm/an) en différents points du Djebel El Ouahch

Stations	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Tot
Station AinEl Bey (583,1m)	71	56	51	55	43	21	7	10	37	37	52	76	516
Point El Hambli (642m)	102	77	63	52	59	29	7	11	34	50	65	93	642
Point Didouche mourad (582m)	112	85	71	59	56	25	6	11	35	58	79	107	704
PointZighoud Youcef (540m)	128	95	77	62	57	25	6	10	35	64	87	121	767
Point lambléche (620m)	93	71	62	54	56	26	7	11	34	51	67	88	620
Point Ain Nahas (633m)	82	63	57	50	53	26	7	10	32	46	60	75	561
Point Kef lakhal (1109m)	98	77	70	76	58	28	9	14	51	51	71	104	707

Source : SELTZER (1946)

Tableau 13 : Répartition annuelle de la pluviométrie dans la zone d'étude.

Station	Janv	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Ao u	Sep	Oct	Nov	Dec	Tot
Djebel El Ouahch	98	74,9	64,4	58,3	54,6	25,7	7,0	11,0	36,9	51,0	68,7	94,9	645,3

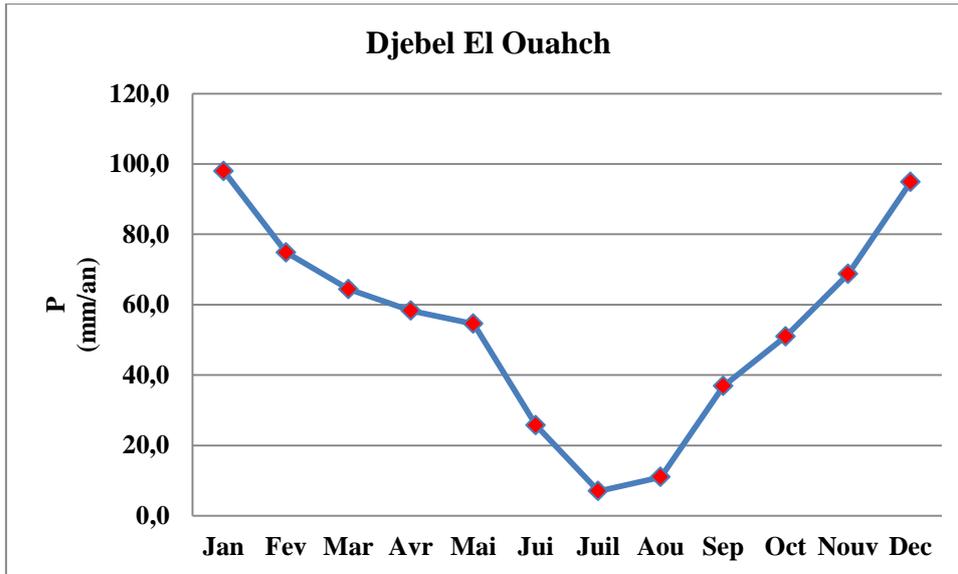


Figure 13 : Répartition annuelle de la pluviométrie dans la zone d'étude.

L'examen de la courbe (Fig.17) montre clairement la variabilité annuelle des chutes de pluies dans la région de Djebel El Ouahch. En effet, la zone reçoit une moyenne pluviométrique de l'ordre de 645,3 mm. Les hauteurs extrêmes sont atteintes en janvier (98 mm) et en décembre (94,9 mm). Les précipitations minimales sont observées en juillet (7 mm).

I.1.3.1. Le régime 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 14).

Tableau 14: Régime saisonnier des précipitations

Station	Saison Période	Eté	Automne	Hiver	Printemps	Type de régime
Djebel El Ouahch	1987-2015	14,56	52,2	89,2	59,1	HPAE

Dans le tableau n°14, nous remarquons que le régime saisonnier des précipitations est de type HP AE. Ceci explique que le maximum des pluies est concentré en hiver et au printemps et avec un degré moindre en automne. La saison estivale est toujours sèche (Fig.18 et carte 15).

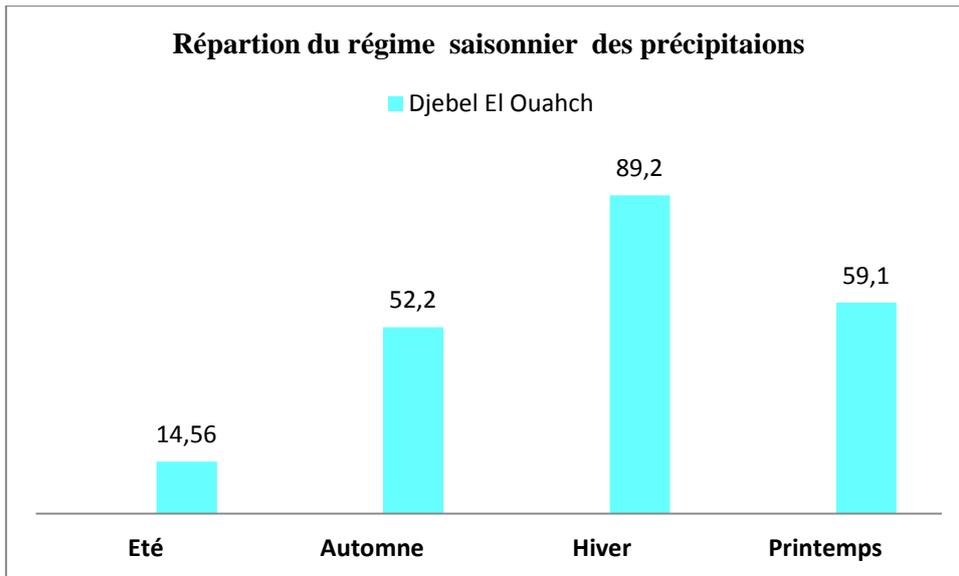
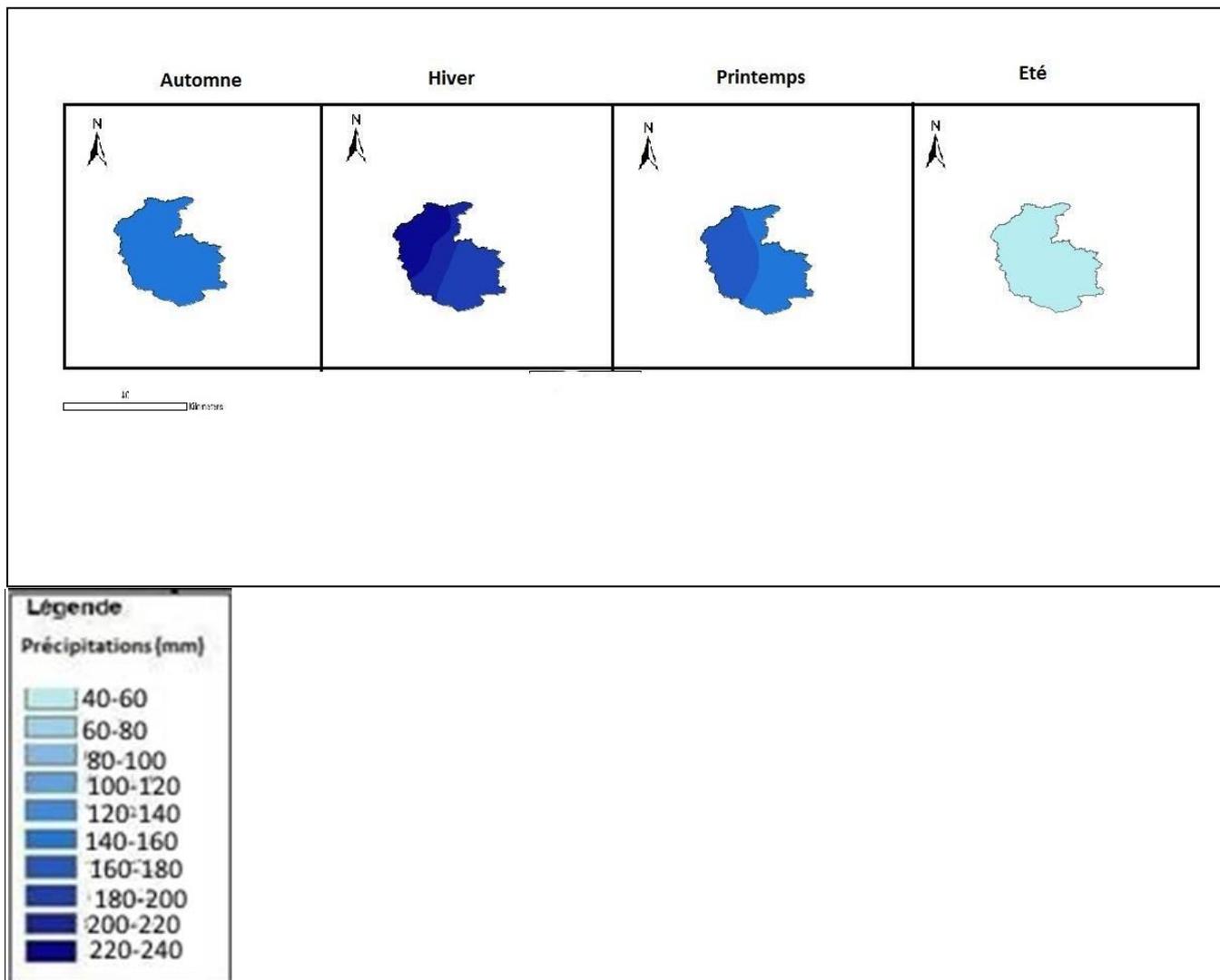


Figure 14 : Régime saisonnier des précipitations



Carte 15: Répartition saisonnière des précipitations de la zone de Djebel El Ouahch

2. Autres paramètres climatiques

2.1. L'humidité relative de l'air

L'humidité moyenne est définie comme étant un mélange de vapeur d'eau et de gaz dont les proportions sont définies aux mêmes conditions de température. Elle est exprimée en pourcentages (%).

Elle joue un rôle important dans le cycle hydrologique, car elle indique, non seulement l'état plus ou moins proche de la condensation de l'atmosphère mais elle contrôle également le taux d'évaporation du sol et de la couverture.

Le tableau (15) montrent que le maximum de l'humidité est observé aux mois de Janvier et Décembre (79%) et le minimum en Juillet (50%) (Fig.15).

Tableau 15: Maximum et minimum du taux d'humidité durant l'année

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Humidité	79	77	75	72	68	58	50	51	63	68	75	79

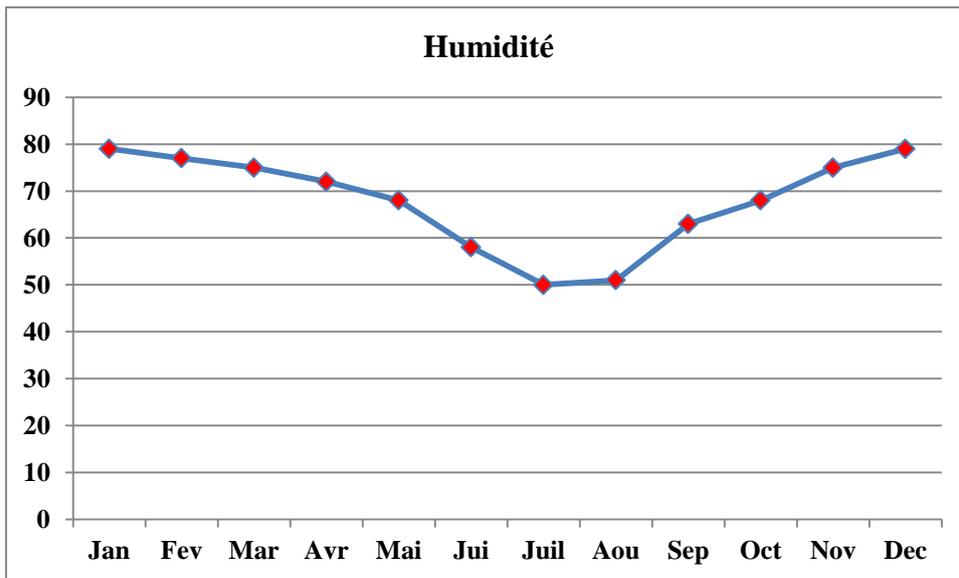


Figure 15 : Taux d'humidité pour les différents mois de l'année dans la région d'étude

2.2. Durée d'insolation

L'insolation est l'action du rayon du soleil sur un objet. Elle accélère l'évaporation et elle s'exprime en heures.

Pour la région de Constantine, les données de la station d'Ain El Bey durant la période 1988 à 2015) sont mentionnées dans le tableau n°16. La durée d'insolation atteint sa valeur

maximale au mois de Juillet (338 heures). Par contre, pour les mois de Janvier et de Décembre, elle atteint sa valeur minimale (153 heures) (Fig.20).

Tableau 16: Durée d'insolation au niveau de la station d'Ain El Bey

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Durée d'insolation	153	169	206	236	283	307	338	312	250	213	166	153

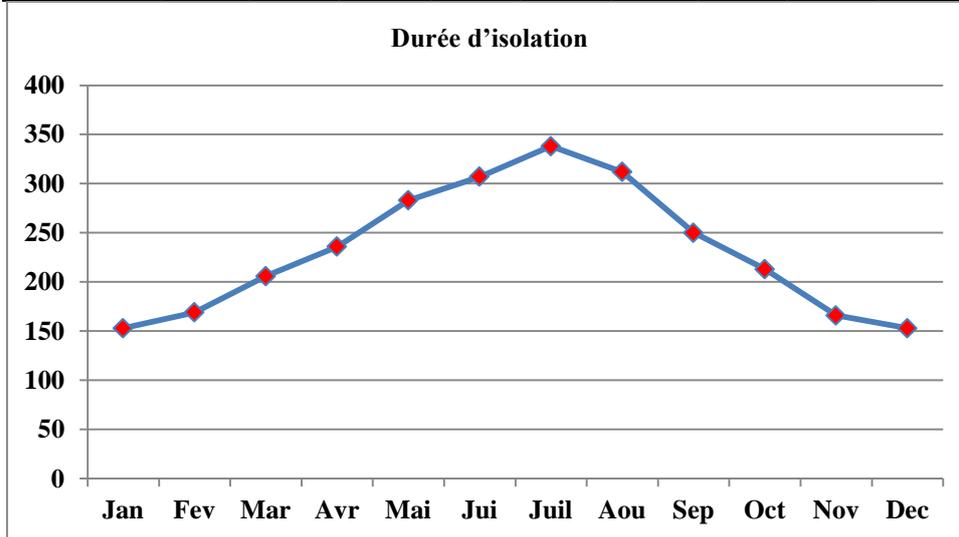


Figure 16: Durée d'insolation pour les différents mois de l'année dans la région d'étude

2.3. L'évaporation

C'est la transformation d'un liquide en vapeur. Elle s'exprime en millimètres (mm). Pour la région de Constantine, le maximum d'évaporation est enregistré au mois de Juillet (188mm), et le minimum au mois de Décembre (43mm).

Tableau 17 : L'évapotranspiration

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
L'évaporation	45	47	59	72	101	142	188	168	125	87	59	43

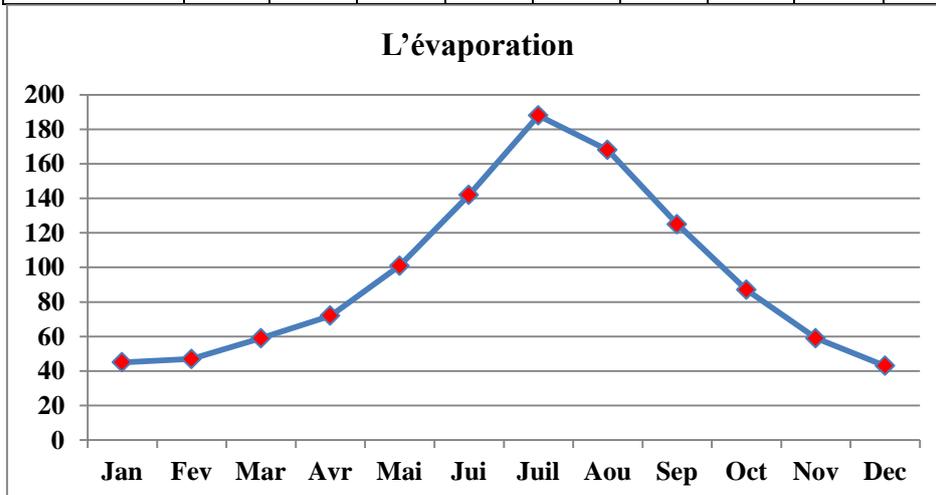


Figure 17 : Valeurs de l'évaporation pour les différents mois de l'année dans la région d'étud

2.4. Le vent

Les vents résultant des mouvements des masses d'air dans l'atmosphère, influent directement sur le climat. La région de Constantine est soumise aux actions des vents dominants du Nord-Ouest et qui sont surtout responsables des chutes de pluies.

L'absence de végétation favorise l'érosion éolienne et l'évaporation. Les vents du Nord-Est sont secs et parfois humides.

Le tableau (18) représente les moyennes mensuelles en (m/s) enregistrées à la station d'Ain El Bey pour la période (1987-2015) où la vitesse maximale du vent est enregistrée aux mois d'avril et décembre (2.8m/s) et la vitesse minimale aux mois d'Octobre, Août et septembre (2.1m/s).

Tableau 18: Vitesse moyenne du vent pour les différents mois de l'année dans la région d'étude

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Vitesse moyenne m/s	2,3	2,4	2,5	2,8	2,4	2,5	2,4	2,2	2,2	2,2	2,6	2,8
Vitesse max abs m/s	28	30	25	24	23	23	27	25	33	35	28	27

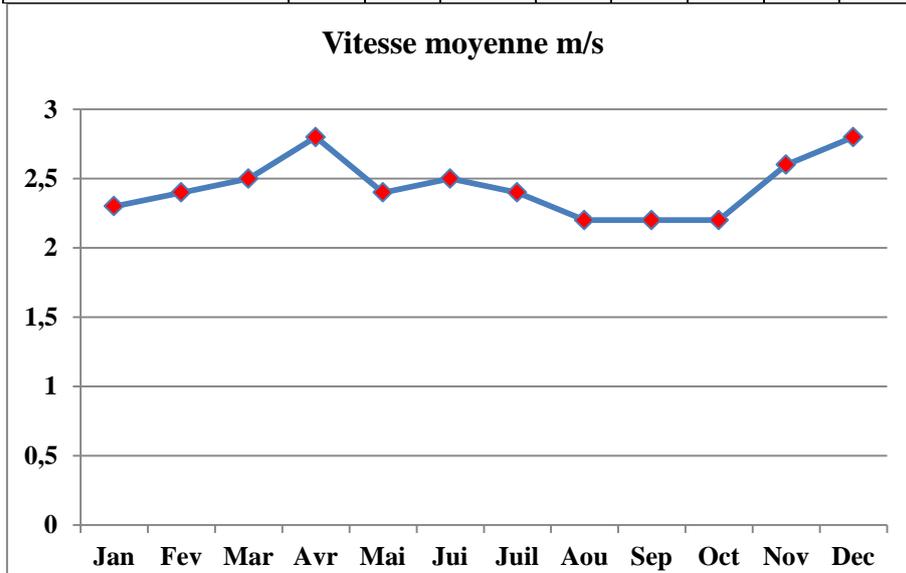


Figure 18 : Vitesse moyenne du vent pour les différents mois de l'année dans la région d'étude

2.5. Le sirocco

Ce vent chaud possède des effets négatifs principalement sur les jeunes plantes de régénération naturelle ou les jeunes reboisements par le phénomène de dessèchement provoqué par une évaporation excessive.

Tableau 19: Fréquence des jours de sirocco durant les mois de l'année

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Les jours de sirocco	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6	0,9	0,8	0,1	0,1	0,0	0,1

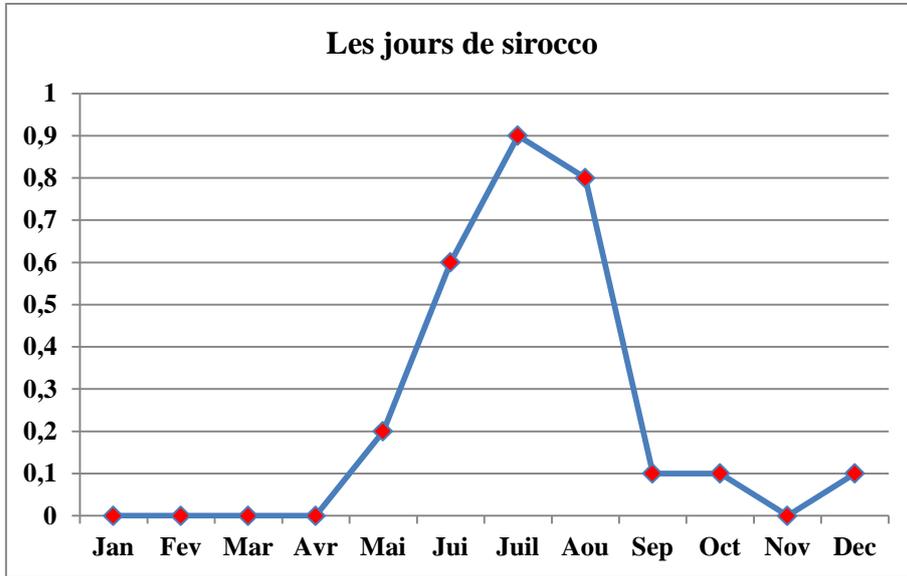


Figure 19 : Les jours de sirocco pour les différents mois de l'année dans la région d'étude.

2.6. La gelée blanche

Elle est nuisible pour le couvert végétal et en particulier durant la période de floraison.

Tableau 20: Nombre de jours de gelée

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Gelée	10,6	6,3	4,3	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	7,9

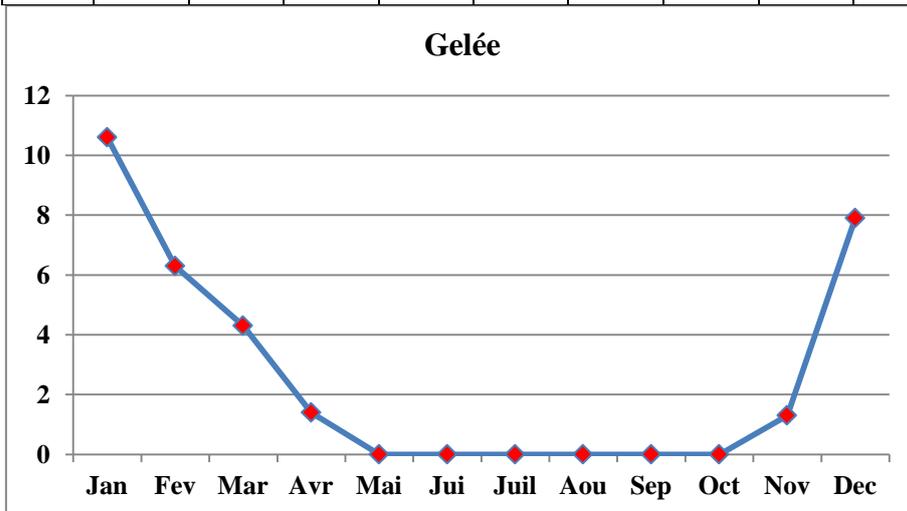


Figure 20: Nombre de jours de gelées pour les différents mois de l'année dans la région d'étude

2.7. La neige

La neige est observée pendant la période hivernale. Elle est fréquente pendant les deux mois de janvier et février, correspondant aux mois les plus froids (température et gelée) avec un maximum de 1,9 jour en février.

Sa fréquence durant l'année 2005 où il a neigé plus de 10 fois à Djebel El Ouahch dont 4 en quantités importantes. Elle a endommagé la végétation forestière par la casse des branches et le déracinement de trois grands arbres de Pin noir et de Pin pignon, en plus des peuplements d'Eucalyptus.

Tableau 21: Nombre moyen de jours de neige

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Neige	1,6	1,9	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6

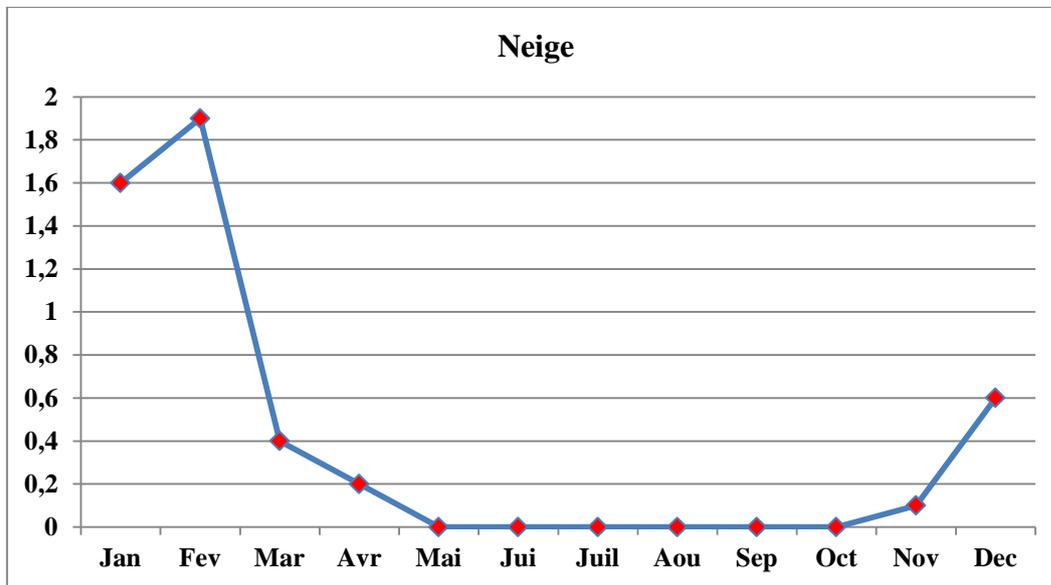


Figure 21 : Nombre de jours de neige pour les différents mois de l'année dans la région d'étude

2.8. La grêle

Compte tenu de leur poids, les grêlons atteignent des vitesses de chute importantes. Quand ils arrivent au sol, ils sont à l'origine de dégâts parfois importants sur la structure du sol et sur l'agriculture.

Tableau 22: Nombre moyen de jours de grêle

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Grêle	0,1	0,1	0,3	0,4	0,7	0,3	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0

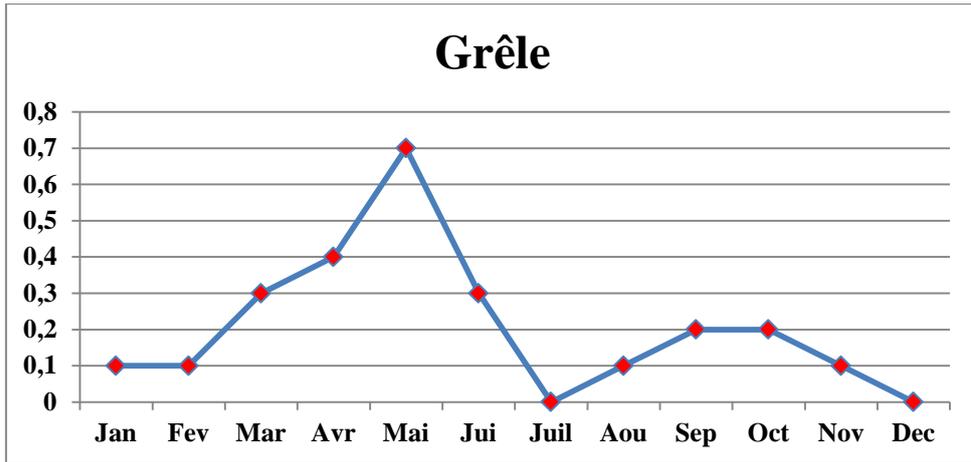


Figure 22 : Nombre de jours de grêle pour les différents mois de l'année dans la région d'étude

2.9- Les orages

Ce phénomène est assez fréquent dans la zone d'étude et apparaît durant tous les mois de l'année. Il s'accroît de juillet à Août, avec un maximum en septembre (6,4 jrs), ce qui confirme que les pluies d'été sont généralement orageuses.

Tableau 23 : Nombre moyen de jours d'orages

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Orage	0,5	0,4	1,9	2,7	5,2	5,8	5,8	6,0	6,4	2,7	1,4	0,9

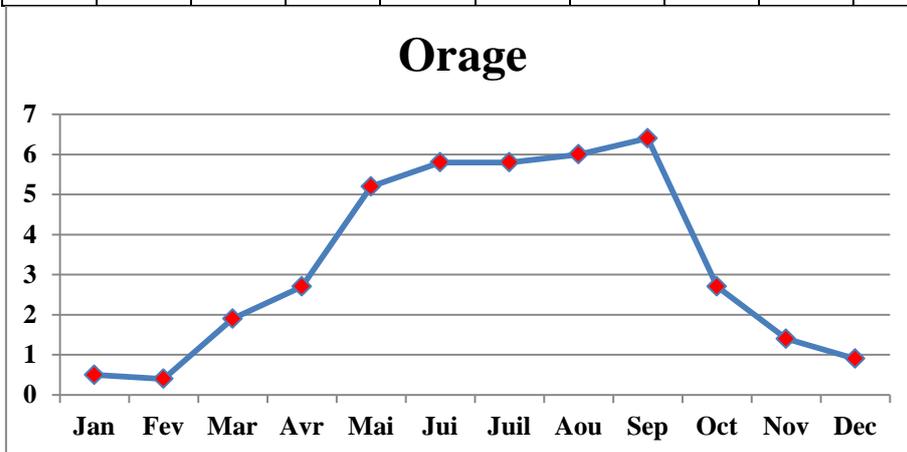


Figure 23 : Nombre de jours d'orages pour les différents mois de l'année dans la région d'étude

2.10. Le brouillard

Il se manifeste en automne et au printemps. Il persiste des jours entiers sur les crêtes et en forêts. Il est relativement fréquent dans les parties hautes du massif.

3. Calcul de l'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle ETR:

3.1. Formule de THORNETHWAITE pour l'ETP mensuelle

Les études de THORNETHWAITE ont porté sur ce qu'il appelle l'évapotranspiration potentielle, définie comme l'évapotranspiration à partir d'une surface qui serait suffisamment approvisionnée en eau pour permettre l'évaporation de la quantité maximale d'eau permise par les conditions climatiques.

ETP= 1.6 (10t/I) a.k

ETP: évapotranspiration mensuelle (en mm).

t: température moyenne mensuelle C°.

I : Indice thermique annuel soit la somme des indices de chaleur mensuels.

a :

Dans le cadre de notre étude, nous avons utilisé les données de la station d'Ain El Bey pour une série d'observations qui s'étale sur 28 années (1987-2015). Le tableau n°24 donne les différentes valeurs de l'E.T.P et l'E.T.P_{coor}, mensuelles et annuelles pour la zone de Djebel El Ouahch.

Tableau 24 : Calcul de l'évapotranspiration potentielle selon C.W, THORNETHWAITE (station de Constantine, 1987-2015)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
T (°c)	21.7	22,3	12,4	8,3	6.5	7.4	8,9	12.2	16,3	22.1	24,2	24,7	15.5
i	9.21	6.32	3.52	1.96	1.55	1.92	2.68	3.85	4.59	9.48	11.43	12.06	5.49
K (36°N)	1.03	0.97	0.86	0.84	0.87	0.85	1.03	1.1	1.21	1.22	1.24	1.16	/
E.T.P	105.9	80.17	54.07	39.21	33.32	34.63	38.69	48.04	65.95	87.10	111.98	119.04	/
E.T.P_{coor}	108.34	77.76	46.5	32.93	28.99	29.44	39.85	52.84	79.79	106.26	138.85	138.08	879.63

3.2- L'évapotranspiration réelle (E.T.R)

L'évapotranspiration réelle (E.T.R) ou le déficit d'écoulement (De) est la quantité d'eau effectivement évaporée et transpirée. Plusieurs méthodes sont proposées pour calculer l'E.T.R; parmi elles, celle de **TURC** où :

$$E.T.R = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \left(\frac{P^2}{L^2}\right)}}$$

$$L = 300 + 25T + 0.05T^3$$

Où :

E.T.R : désigne L'évapotranspiration réelle, exprimée en (mm).

P : désigne la précipitation moyenne annuelle, exprimée en (mm).

L : désigne un paramètre dépendant de la température.

T : désigne la température, exprimée en (°c)

Le tableau suivant donne les différentes valeurs d'E.T.R mensuelles et annuelles pour la zone de Djebel El Ouahch

Tableau 25: Calcul de l'évapotranspiration réelle selon C.W. THORNETHWAITE (station de Constantine, 1987-2015).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
T (°c)	21.7	22,3	12,4	8,3	6.5	7.4	8,9	12.2	16,3	22.1	24,2	24,7	15.5
P (mm)	33.7	35.8	57.8	67.1	67.1	56.1	63.2	49.1	39.9	22.1	8	9.3	/
E.T.R	8.91	6.66	3.71	2.06	1.63	2.02	2.67	3.83	4.56	8.80	6.79	7.62	59.26

3.2.Le ruissellement superficiel (R)

C'est un paramètre très important ; il est évalué à partir de la formule de **Tixeront**

Berkaloff.

$$R = \frac{P^3}{3(ET.P)^2}$$

Où:

R : désigne le ruissellement superficiel, exprimé en (mm).

P : désigne la précipitation moyenne annuelle, exprimée en (mm).

E.T.P : désigne l'évapotranspiration potentielle, exprimée en (mm).

Au niveau de la commune de Ben Badis :

P= 746.07mm

E.T.P= 879.63mm

Donc :

R= 178,90 mm ou 23.98% de précipitation.

3.3. L'infiltration (I)

L'infiltration est le passage de l'eau à travers la surface du sol, dite pénétration dans le sol ; elle est calculée selon la formule suivante :

$$I = P - (ET.R + R)$$

Où:

P : désigne la précipitation moyenne annuelle, exprimée en (mm)

R : désigne le ruissellement superficiel, exprimée en (mm).

E.T.R : désigne l'évapotranspiration réelle, exprimée en (mm).

Au niveau la zone de Djebel El Ouahch :

$P=746.07$ mm

$E.T.R=59.26$ mm

$R = 178,90$ mm

Donc :

I= 461,8mm ou 61.90% de précipitation.

4. Synthèse climatique

Les données climatiques ont l'avantage d'être précises. Leur inconvénient est de les dissocier des éléments, qui dans la nature agissent de concert, se renforçant ou se contrariant. L'approche bioclimatique permet une vision plus synthétique du phénomène climatique sous l'angle de ses impacts sur la végétation et sur l'homme.

Deux repères nous permettent de situer la zone de Djebel El ouahch dans le contexte global du climat à savoir, l'indice de continentalité ou indice de DEBRACH (1953), l'indice de sécheresse de DEMARTONNE (1923), le diagramme ombro-thermique de GAUSSEN ainsi que le diagramme d'EMBERGER (1969).

4.1. Indice de continentalité ou indice de BEBRACH (1953)

L'amplitude thermique extrême moyenne est un paramètre climatique qui permet de définir l'indice de continentalité (DEBRACH, 1953). Il nous permet 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 climats qui sont regroupés dans le tableau n°32.

Tableau 26 : 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 zone d'étude pendant la période allant de 1987 à 2015, est consigné dans le tableau suivant :

Zone d'étude	Période	M(C°)	M(C°)	M-m(C°)	Type de climat
Djebel El Ouahch	1987 - 2015	32	2,4	29,6	Climat semi-continentale

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

4.2-Valeurs thermiques et étages 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 thermiques (m°C) et altitudinal (m), nous avons pu déterminer l'étage de végétation auxquels appartient notre zone d'étude (Tableau 27).

Tableau 27: L'étage de végétation de la zone d'étude

Zone d'étude	Période	T°C	M°C	Altitude (m)	Etage de végétation
Djebel El Ouahch	1987-2015	15,7	2,4	805	Méso-méditerranéen

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

4.3. Indice de sécheresse de DEMARTONNE (1923)

C'est un indice climatique qui définit l'aridité A par le régime pluviométrique et thermique.

$$A = P/T + 10$$

P : précipitation moyenne annuelle mm.

T : Température moyenne annuelle C°.

Selon le classement de la valeur de A, on déduit le type de climat:

Valeur A	Type de climat
A<5	Climat hyperaride
5<A<7,5	Climat désertique
7,5<A<10	Climat steppique
10<A<20	Climat semi-aride
20<A<30	Climat tempéré

L'application numérique des valeurs de la station représentative de la zone de Djebel El Ouahch nous donne :

$$A = 645,3 / 15,5 + 10$$

A = 25,3 qui se classe dans l'étage tempéré car il est compris entre 20 et 30.

4.4. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN

Le diagramme Ombrothermique permet d'estimer les éléments de climat d'une région du point de vue précipitation et température pendant une période donnée et permet également de préciser les périodes sèches et humides (DAJOZ 1971).

La sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle (P) exprimée en mm est inférieure au double de la température moyenne exprimée en degrés Celsius.

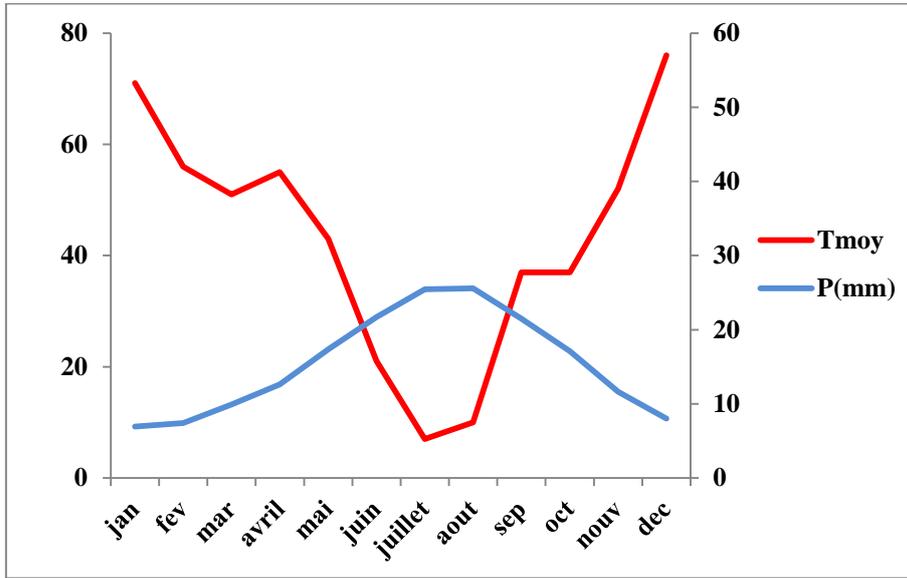


Figure 24 : Diagramme ombro-thermique pour la station de Ain El Bey

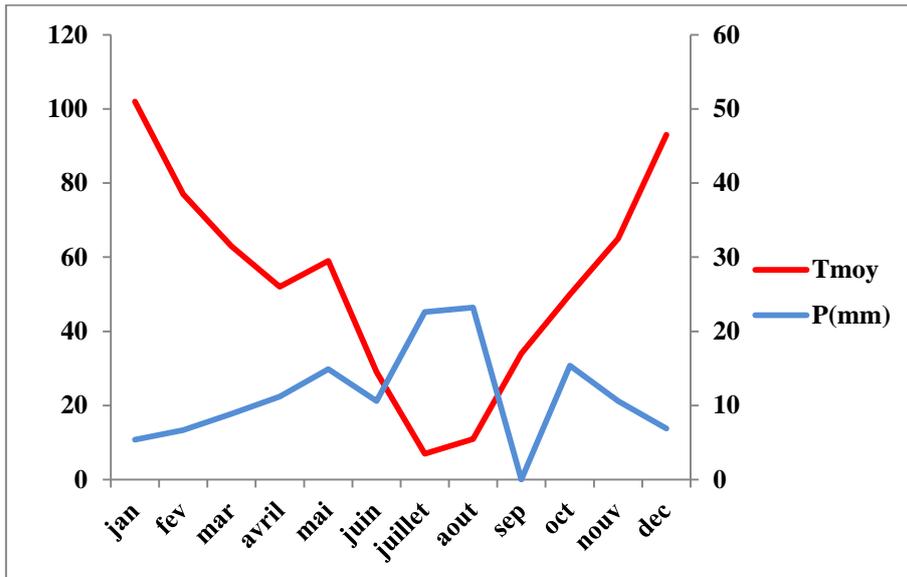


Figure 25 : Diagramme ombro-thermique pour la zone d'El Hambli

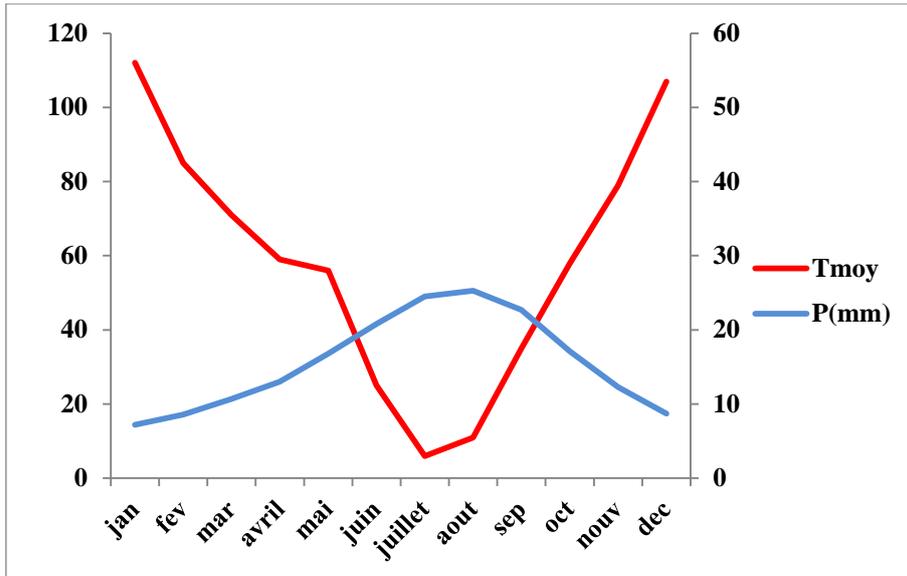


Figure 26: Diagramme ombro-thermique pour la zone de Didouche Mourad

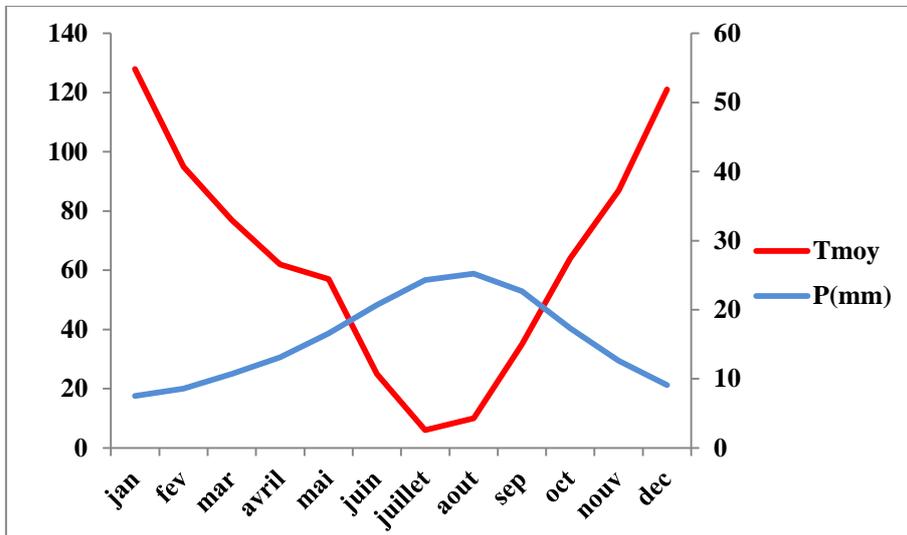


Figure 27: Diagramme ombro-thermique pour la zone de Zighoud Youcef

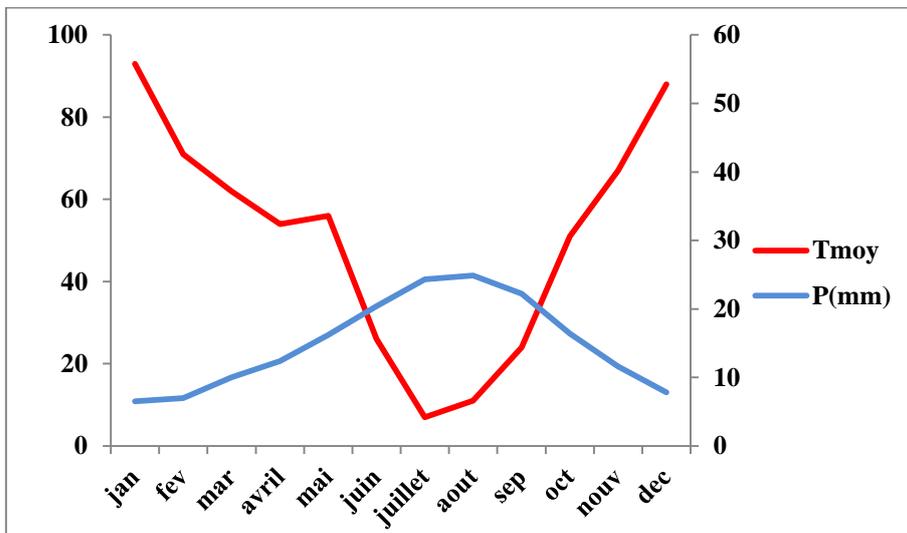


Figure 28: Diagramme ombro-thermique pour la zone de Lamblèche

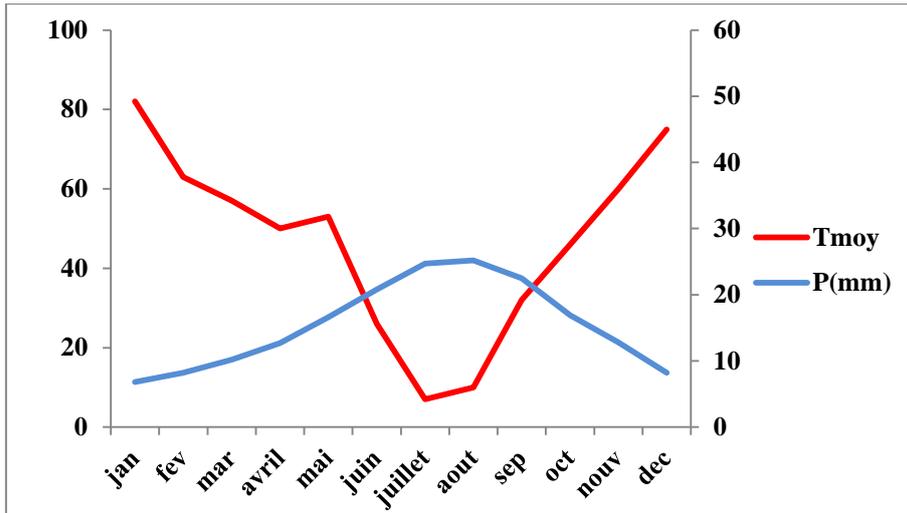


Figure 29 : diagramme ombro-thermique pour la zone d'Ain Nehas

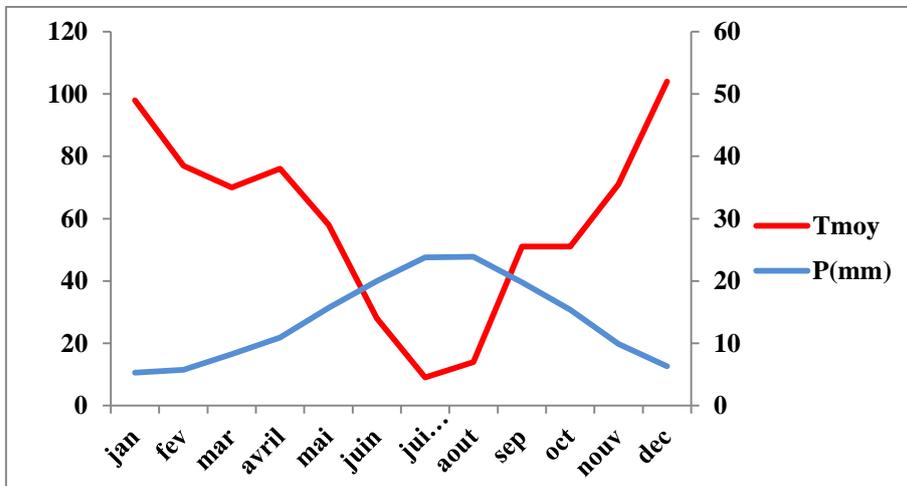


Figure 30 : Diagramme ombro-thermique pour la zone de Kef Lakhal

L'analyse des figures (Fig. n°24 à 30) induit aux remarques suivantes:

- Lorsque T passe au dessus de P, la période correspondante est déficitaire (sèche). C'est ce qui se produit de juin à septembre.
- Lorsque P passe au dessus de T, la période correspondante est excédentaire. Cela se produit d'octobre à fin mai.

4.5. Climagramme d'Emberger

Pour caractériser le climat du bassin versant étudié, nous avons utilisé le climagramme d'Emberger (Figure 31) qui permet de définir l'étage bioclimatique de la station, selon la formule suivante : $Q2 = 2000p/M2 - m2$

Tableau 28 : Illustration des étages bioclimatiques de la zone d'étude

Station	P (mm/an)	M°C	m°C	Q2	Etage bioclimatique
Ain El Bey	516	34,29	2,49	55,68	Etage semi-aride Hiver frais
El Hambli	642	30,7	1,1	75,07	Etage subhumide Hiver frais
Didouche Mourade	704	31,9	3,2	84,42	Etage subhumide Hiver tempéré
Zighoud Youcef	767	31,6	3,5	92,90	Etage subhumide Hiver tempéré
Lambléche	620	32	2,4	72,1	Etage subhumide Hiver frais
Ain Nehas	561	32,4	2,4	64,39	Etage semi-aride Hiver frais
Kef Lakhal	707	31,3	1,4	81,71	Etage subhumide Hiver frais

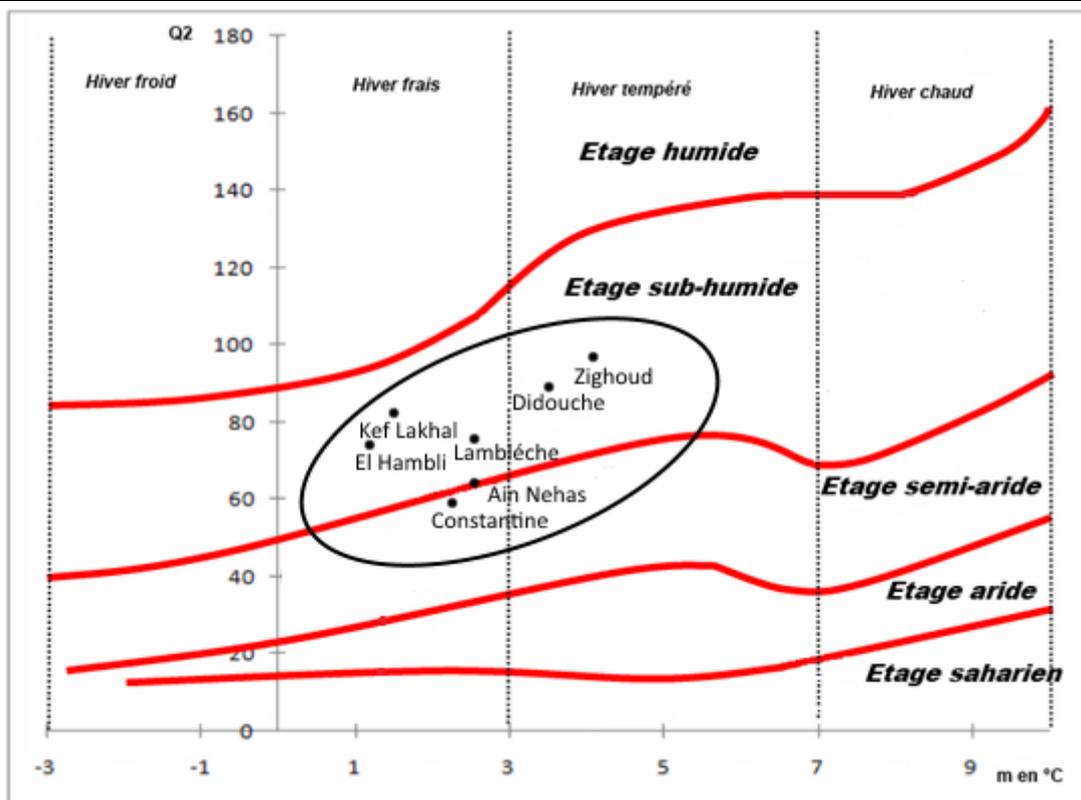


Figure 31: L'étage bioclimatique des stations de la zone de Djebel El Ouahch



Carte 16 : Les régions bioclimatiques de l'Est algérien (COTE, 1974)

5-Test des données

5.1. Homogénéité des observations (Méthode de double cumul)

Plusieurs causes peuvent être derrière la non homogénéité des observations, telles que :

- L'appareil de mesure devient de plus en plus défectueux (si manque d'entretien et/ou d'inspection).
- Le changement d'observateur.
- Le changement du type d'appareil.
- Le changement de méthode de dépouillement.
- La modification de l'environnement avoisinant la station.
- Le déplacement de la station.
- Le changement climatique.

5.1.1. L'objectif de l'homogénéisation

L'homogénéisation des données pluviométriques a deux buts :

- Le premier est de repérer les valeurs notoirement fausses et de les corriger ou de les écarter.
- Le second but est de calculer des moyennes sur une période identique, la plus long possible (1987-2015, dans notre cas) à partir des moyennes partielles obtenues avec des nombres d'années.
- Le principe de cette méthode consiste à vérifier la proportionnalité des valeurs mesurées au niveau se deux stations. L'une des stations est la station de référence, supposée correcte.

L'autre est la station à contrôler. Cette méthode a l'avantage d'être simple, bien connue et très rapidement réalisable.

5.2. Estimation des données manquantes

L'estimation des données manquantes a été réalisée grâce au logiciel "HydroLab" et en se basant sur l'analyse en composante principale.

5.2.1-Analyse des précipitations sur l'ensemble de la zone

C'est une estimation de la lame d'eau moyenne précipitée sur le bassin. Plusieurs méthodes permettent de calculer la hauteur des précipitations tombées sur un bassin versant.

Les plus usuelles sont :

- La moyenne arithmétique (G, Rréméniéras) ,
- La méthode des isohyètes (G, Rréméniéras)
- La méthode de Theissen.
- La méthode analytique.
- L'utilisation du graphique de SELTZER (méthode des trois lois de l'Algérie).

Dans notre cas, nous retenons la méthode moyenne arithmétique en raison de sa précision relative et ce, pour évaluer la moyenne de la région de Djebel El Ouahch.

5.2.1.1. La moyenne arithmétique.

Une simple moyenne arithmétique de N postes qui intéressent une surface S, peut-être une estimation valable de la lame d'eau tombée sur une surface S.

$$\bar{P} = \sum P_i / n$$

\bar{P} : Précipitation moyenne annuelle sur le massif, Avec

P_i : Précipitation moyenne annuelle à la station i

n : Nombre de stations d'observation

Tableau 29: Estimation de la lame d'eau moyenne précipitée sur le sous-bassin de Djebel El Ouahch par la méthode de la moyenne arithmétique (1987 / 2015).

Stations	Ain El Bey	El Hambli	Didouche Mourad	Zighoud Youcef	Lambleche	Ain Nehas	Kef Lakhel	\bar{P} (mm)
P_i	516	642	704	767	620	561	707	
P_i/n	73,7	91,7	105,7	109,7	88,5	80,1	101	645

D'après nos calculs, la précipitation moyenne annuelle (\bar{P}) dans le sous-bassin de Djebel El Ouahch est de 645 mm.

5.2.1.2.. Utilisation du graphique de SELTZER (méthode des trois lois de l'Algérie)

La méthode de SELTZER, mentionnée dans l'ouvrage du climat de l'Algérie, montre que la pluie en Algérie subit trois influences: celle de l'altitude, celle des conditions topographiques et enfin celle de la longitude et de l'éloignement des influences maritimes.

Ainsi P. SELTZER a montré que la répartition des pluies en Algérie obéit aux trois lois suivantes :

- La hauteur des pluies qui augmente d'Ouest en Est.
- La pluie augmente avec l'altitude. Elle est plus importante sur les versants exposés aux vents humides que sur les versants exposés aux vents secs.
- Les précipitations diminuent au fur à mesure que l'on s'éloigne du littoral.

Une simple lecture du graphique correspondant à notre zone (Figure 32) donne les valeurs indiquées dans le tableau 30, représentant les pluies moyennes pour le sous-bassin et les différentes stations utilisées selon le graphique de SELTZER.

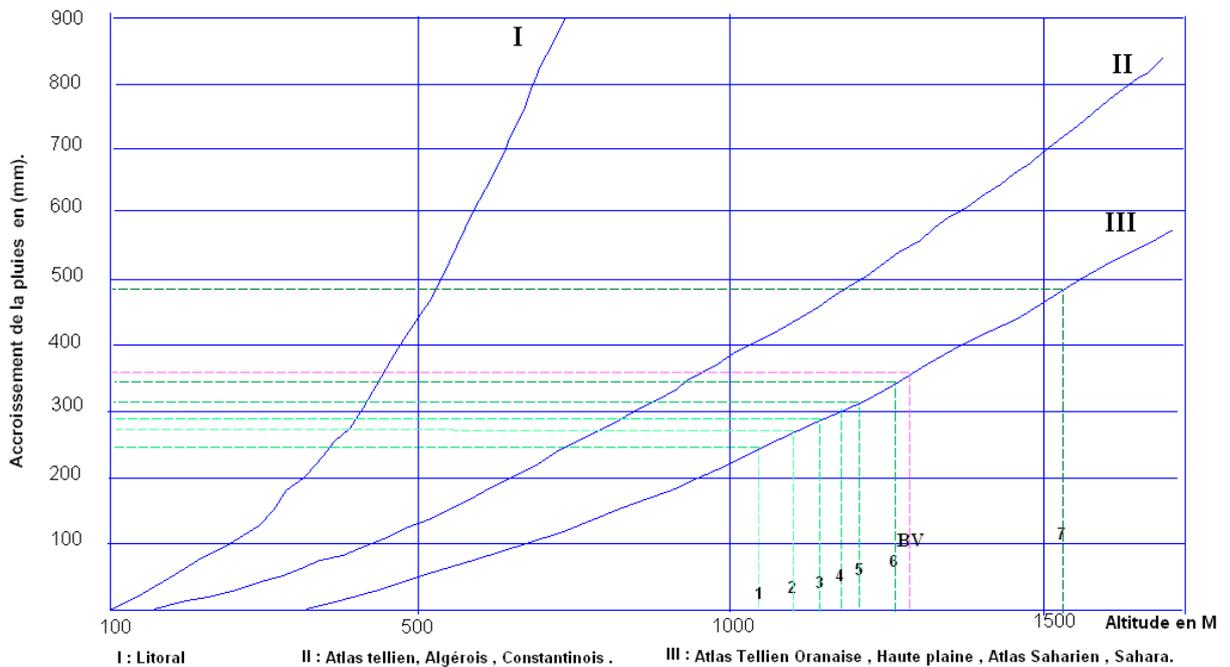


Figure 32: Graphique de SELTZER illustrant les trois lois de l'Algérie (SELTZER, P ; 1946).

Tableau 30: Précipitations moyennes des stations et du massif de Djebel El Ouahch (méthode de SELTZER)

Stations	Ain El Bey	El Hambli	Didouche Mourade	Zighoud Youcef	Lambleche	Ain Nehas	Kef Lakhel	P.Moy M F
Altitude M	583	642	682	540	620	633	1109	673
P Moy	516	642	704	767	620	561	707	645,2

5.2.1.3. Caractéristiques des précipitations annuelles

Tableau 31: Caractéristiques des précipitations annuelles des stations pluviométriques du massif de Djebel El Ouahch

Station	Moyenne (mm)	Max (année)	Nature donnée	Min (année)	Nbr d'année > moyenne	pM/p m
Ain El Bey	516	789 (2007)	Enregistrée	435 (2001)	17	3,35
El Hambli	616	763 (2001)	Enregistrée	422 (2001)	18	3,66
Didouche Mourade	704	799 (1995)	Enregistrée	402 (1989)	18	3,48
Zighoud Youcef	767	801 (1998)	Enregistrée	501 (1996)	17	8,72
Lambleche	620	735 (2003)	Enregistrée	396 (2004)	19	3,81
Ain Nehas	516	698 (1990)	Enregistrée	303 (2000)	18	3,45
Kef Lakhal	707	808 (2002)	Enregistrée	405 (1999)	20	5,69

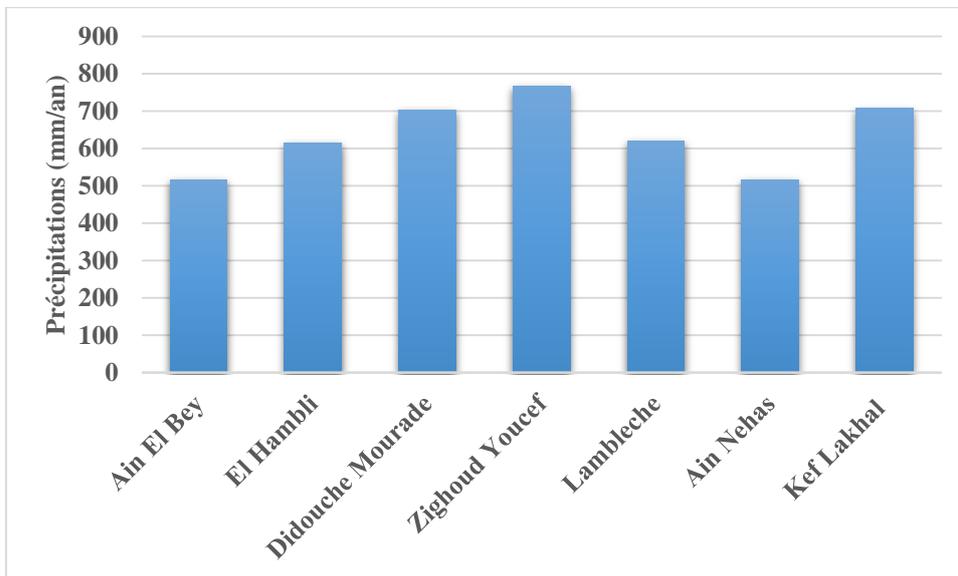


Figure 33 : Précipitations moyennes annuelles aux stations pluviométriques du sous-bassin de Djebel El- Ouahch.

5.2.1.4. L'évaluation du gradient pluviométrique altitudinal

L'altitude exerce une influence permanente sur les éléments du climat. L'augmentation des hauteurs des pluies en fonction de l'altitude s'observe nettement dans la zone d'étude comme dans toutes les régions montagnardes.

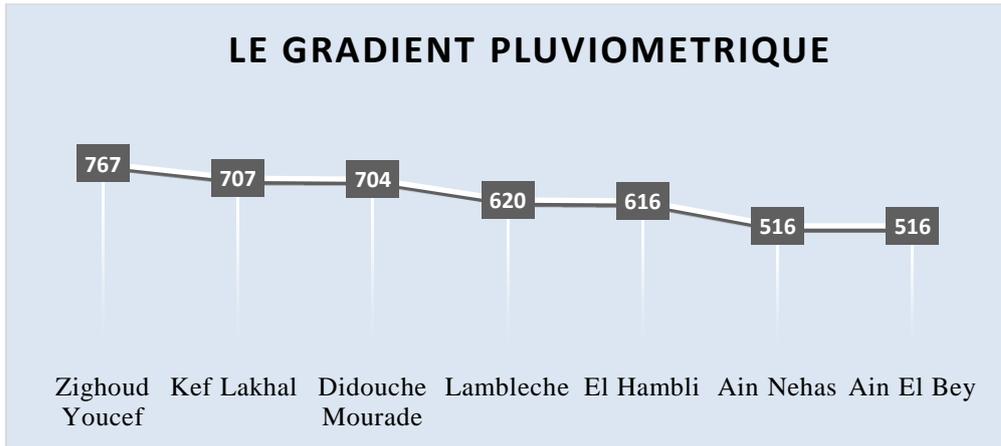


Figure 34: Diagramme illustrant l'augmentation de la pluviométrie en fonction de l'altitude.

5.2.1.5. Variations spatio-temporelles des précipitations annuelles

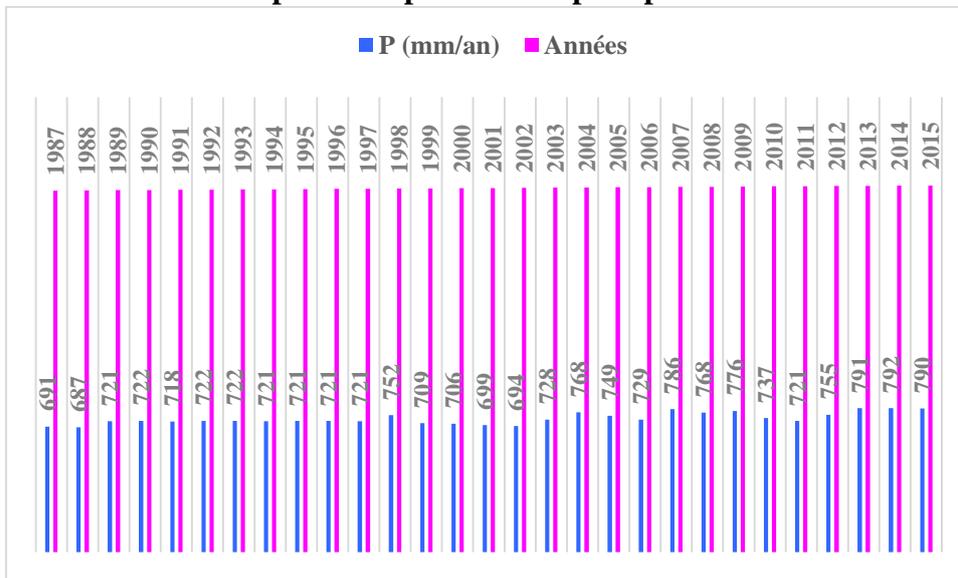


Figure 35 : Variations annuelles des précipitations moyennes dans le massif (1987-2015)

Il convient de remarquer également à partir de la Fig. N° 35, la tendance déficitaire des précipitations lors de la période d'enregistrement (1987-2015) où plusieurs valeurs annuelles se trouvent en dessous de la moyenne. C'est là, en effet, que l'on repère les années les plus sèches de la période de 28 ans. Ceci implique que les séries pluviométriques qui sont utilisées pour le calcul des bilans hydrologiques correspondent à des périodes de faible pluviosité. Les conséquences directes vont donc se traduire par une faible hydraulité.

5.3. Ajustement des précipitations annuelles à une loi de probabilité

Pour mieux cerner cette irrégularité interannuelle des précipitations qui a un rôle essentiel et décisif sur l'écoulement fluvial et afin de caractériser le régime des précipitations annuelles, nous allons essayer de trouver une loi d'ajustement de la distribution des pluies

annuelles dans le but d'aboutir à une estimation des paramètres d'ajustement et calculer des variables réduites.

L'ajustement graphique des séries pluviométriques des différentes stations du sous bassin pour la période (1987-2015), (fig.36) montre que la pluie s'ajuste en général suivant une loi normale de Gauss. En outre, nous avons calculé pour toutes les stations considérées dans l'étude de notre zone les précipitations relatives à des récurrences données.

A titre indicatif, nous citerons ici l'ajustement des précipitations de la station de Djebel El Ouahch par la loi normale et les quantiles et la courbe enveloppe à 95%.

5.3.1. Analyse statistique des pluies annuelles

Tableau 32 : Analyse statistique des pluies annuelles des stations utilisées

	Ain El Bey	El Hambli	Didouche Mouard	Zighoud Youcef	Lambleche	Ain Nehas	Kef Lakhal
Moyenne	516	642	704	767	620	561	707
N. Actif	40	40	40	40	40	40	40
Médiane	500	602	698	742	600	541	696
Minimum	158	220	234	209	166	198	112
Maximum	75	837	958	826	732	785	740
L'intervalle de confiance %	35	95	95	95	95	95	95
C 25%	389	454	510	395	434	421	352
C 75%	590	634	768	620	604	651	481
Moyenne géométrique	444	511	588	466	482	490	384
Écart type	239	218	255	241	219	230	213
Variance	19509	14040	24280	20078	14344	11048	12778
Écart moyenne	116	94	113	119	99	107	87
Étendue	607	617	725	617	566	186	627
Intervalle inter-quantile	200	180	458	225	169	230	113
asymétrie	0,3	0,4	0,3	0,6	0,1	0,3	0,4
Aplatissement	- 0,8	-0,4	-0,6	-0,9	-0,7	-1,0	0,3

5.3.2. Ajustement des précipitations annuelles à une loi de probabilité

- La loi NORMALE
- Station d'Ain El Bey

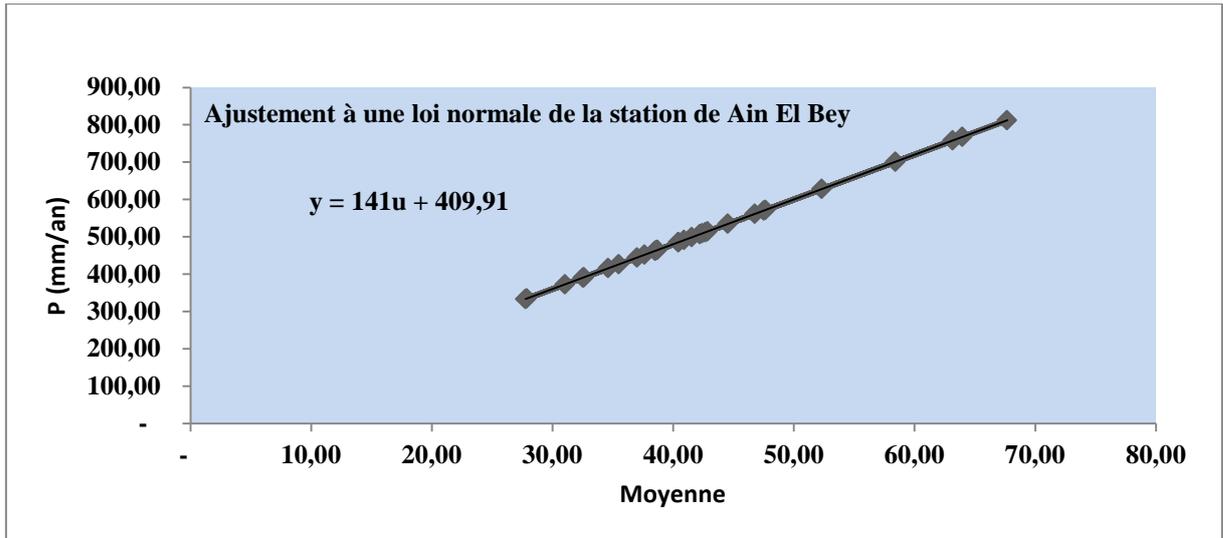


Figure 36 : Répartition statistique des pluies annuelles selon la loi NORMALE (courbe enveloppe).

Test d'adéquation

Nombre de classe	Degré de liberté	X ₂
8	5	2,16

5.3.3. Pluies Journalières maximales (PJ Max)

Tableau 33 : Analyse statistique des pluies journalières maximales.

	Ain El Bey	El Hambli	Didouche Mouard	Zighoud Youcef	Lambleche	Ain Nehas	Kef Lakhal
Moyenne	516	642	704	767	620	561	707
N. Actif	40	40	40	40	40	40	40
Médiane	500	602	698	742	600	541	696
Minimum	158	220	234	209	166	198	112
Maximum	75	837	958	826	732	785	740
L'intervalle de confiance %	35	95	95	95	95	95	95
C 25%	389	454	510	395	434	421	352
C 75%	590	634	768	620	604	651	481
Moyenne géométrique	444	511	588	466	482	490	384
Écart type	239	218	255	241	219	230	213
Variance	19509	14040	24280	20078	14344	11048	12778
Écart moyenne	116	94	113	119	99	107	87
Étendue	607	617	725	617	566	186	627
Intervalle inter-quantile	200	180	458	225	169	230	113
asymétrie	0,3	0,4	0,3	0,6	0,1	0,3	0,4
Aplatissement	-0,8	-0,4	-0,6	-0,9	-0,7	-1,0	0,3

Les quantiles.

Année humide						Année sèche			
Période de retour	Fréquence	U.Gauss	Val.théo	Borne .inf	Borne. sup	U.Gauss	Val.théo	Borne .inf	Borne. sup
2	0,5	0,000	409,90	363,76	456,04	0,000	401,90	263,76	456,04
5	0,8	0,841	529,13	481,46	588,84	-0,841	290,73	231,04	338,40
10	0,9	1,282	591,52	538,84	662,95	-1,282	228,24	156,80	281,35
20	0,95	1,645	643,42	584,01	725,57	-1,645	176,80	94,27	235,82
50	0,98	2,054	700,96	634,30	797,57	-2,054	118,85	22,80	185,52
100	0,99	2,327	739,61	667,41	845,08	-2,327	80,175	0	152,36
1000	0,999	3,091	847,8	759,04	980,81	-3,091	0	0	60,70

- La loi de Gumbel

Tableau 34 : Statistique de bases des données des stations exploitée

Station	Ain El Bey	El Hambli	Didouche Mourade	Zighoud Youcef	Lambleche	Ain Nehas	Kef Lakhal
Taille (n)	40	40	40	40	40	40	40
Mode (X ₀)	38,28	40,56	36,15	36,09	30,55	31,4	32,9
Gradex (g)	15,70	10,15	7	20,75	11,08	10,2	11,4
IC à (en %)	95	95	95	95	95	95	95
U.Gauss	1,9604	1,9604	1,9604	1,9604	1,9604	1,9604	1,9604

La station d'Ain El Bey

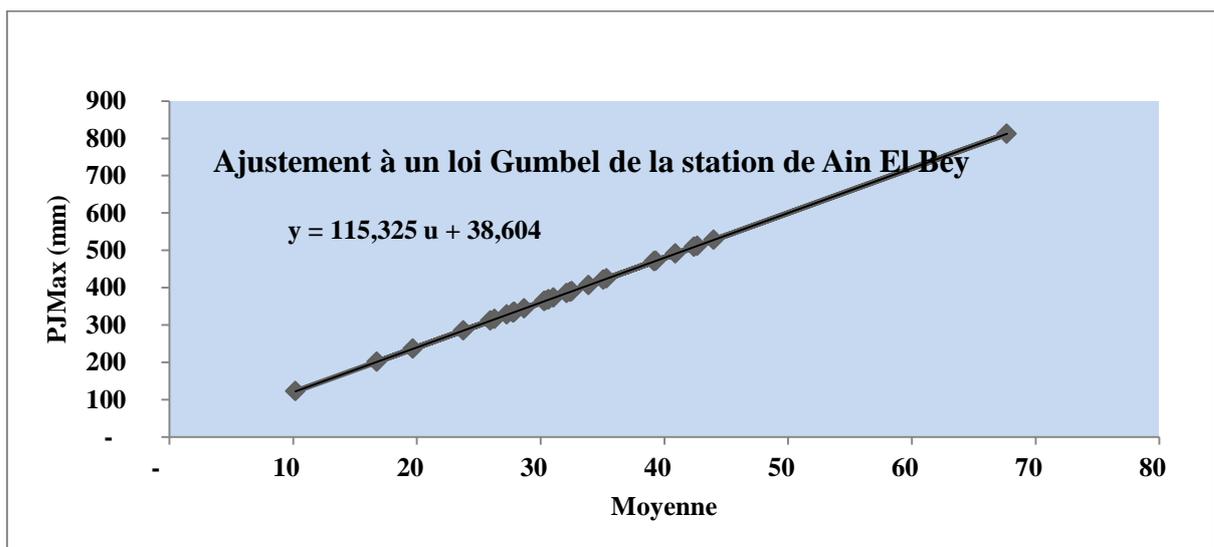


Figure 37 : Répartition statistique des pluies Journalières maximales (PJ Max) selon la loi de Gumbel (courbe enveloppe).

Test d'adéquation

Nombre de classes	Degrés de liberté	X₂
8	5	3,75

Les quantiles.

Période de retour	Fréquence	U.Gumbel	Val.théo	Borne .inf	Borne. sup
2	0,5	0,367	44,036	382,471	51,253
5	0,8	1,500	61,825	53,999	75,543
10	0,9	2,250	73,604	63,388	92,497
20	0,95	2,970	84,901	72,185	108,969
50	0,98	3,902	99,525	83,433	130,428
100	0,99	4,600	110,484	91,808	146,564
1000	0,999	6,907	146,694	119,330	200,031

5.3.4. Estimation des pluies de courte durée

Les pluies de courte durée correspondent aux précipitations dont la durée est égale au temps de concentration de la zone d'étude. Elles sont estimées par la formule empirique suivante:

$$P_{tc} = P_j \max [tc/24]^b$$

P_{tc}: pluies de courte durée en mm; **tc**: temps de concentration; **b**: 0.25

Tableau 35: Estimation des pluies de courte durée pour les différentes stations.

Ain El Bey							
Fréquence	0,5	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99	0,999
Période de retour	2	5	10	20	50	100	1000
Variable de Gauss	0	0,84	1,28	1,84	2,05	2,32	3,09
Ptc	32,44	54,58	56,36	62,16	66,41	68,05	65,05
El Hambli							
Fréquence	0,5	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99	0,999
Période de retour	2	5	10	20	50	100	1000
Variable de Gauss	0	0,84	1,28	1,84	2,05	2,32	3,09
Ptc	62,44	74,58	46,36	42,16	56,41	48,05	75,05
Didouche Mourad							
Fréquence	0,5	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99	0,999
Période de retour	2	5	10	20	50	100	1000
Variable de Gauss	0	0,84	1,28	1,84	2,05	2,32	3,09
Ptc	42,44	64,58	36,36	82,16	76,41	58,05	75,05
Zighoud Youcef							
Fréquence	0,5	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99	0,999
Période de	2	5	10	20	50	100	1000

retour							
Variable de Gauss	0	0,84	1,28	1,84	2,05	2,32	3,09
Ptc	52,41	64,35	66,46	72,26	76,31	88,05	85,05
Lambleche							
Fréquence	0,5	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99	0,999
Période de retour	2	5	10	20	50	100	1000
Variable de Gauss	0	0,84	1,28	1,84	2,05	2,32	3,09
Ptc	52,44	64,58	46,36	67,16	62,41	63,15	68,25
Ain Nehas							
Fréquence	0,5	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99	0,999
Période de retour	2	5	10	20	50	100	1000
Variable de Gauss	0	0,84	1,28	1,84	2,05	2,32	3,09
Ptc	34,44	54,58	53,36	63,32	66,47	53,24	65,15
Kef Lakhel							
Fréquence	0,5	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99	0,999
Période de retour	2	5	10	20	50	100	1000
Variable de Gauss	0	0,84	1,28	1,84	2,05	2,32	3,09
Ptc	55,25	57,58	60,30	62,36	71,55	68,97	70,45

6. Ruissellement de surface et l'apport moyen annuel

Le ruissellement est l'écoulement instantané et temporaire des eaux sur un sous bassin à la suite d'une averse. Il est exprimé par la formule suivante :

$$A_0 = Le.S.10^{-3}$$

A_0 : Apport liquide annuel (Hm³).

Le : Lamme d'eau écoulée (mm).

S : Surface du bassin versant (km²).

6.1. Estimation de la lame d'eau écoulée, de l'apport moyen annuel et du débit par les formules empiriques.

Plusieurs méthodes existent. Nous donnerons celles qui sont les plus utilisées en Algérie.

6.1.1. Formule de Turc :

$$Le = P - \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Où : $Le = 300 + 25T + 0,05T^3$

P : Précipitation moyenne (mm).

T : température moyenne annuelle en C°.

L : coefficient qui dépend de la température.

6.1.2. Formule de Sogreat :

$$A = 720 S [(\dot{P} - 250) \times 10^{-3}]^{1,85}$$

6.1.3. Formule de l'A.N.R.H :

$$A_0 = 0,915. \dot{P}^{2,684}. S^{0,842}$$

Avec : **P** : Précipitation moyenne (mm).

S : la surface de B V (Km²).

6.1.4. Formule de Chaumont:

$$A = 600 \dot{P} S (1 - 10^{-0,36 P^2})$$

6.1.5. Formule de Coutagne:

$$A = \dot{P} S (0,164 - 0,0014 \sqrt{S})$$

Avec : **P** : Précipitation moyenne (mm).

T : température moyenne annuelle en C°.

6.1.6. Formule de Derie II :

$$A_0 = 0,513. \dot{P}^{2,683}. Dd. S^{0,842}$$

P : Précipitation moyenne (mm).

Dd : la densité de drainage.

S : la surface de M F (Km²).

6.1.7. Formule de ADJEL Smail (1985):

$$Le = [\dot{P} / 60]^{2,15}$$

7. Les crues

L'étude des crues permet de mettre en évidence la réaction du sous-bassin pendant un pas de temps réduit à une averse ou séquence pluvieuse donnée. Cette réaction ou réponse du bassin, fonction des caractères propres des précipitations (hauteur, intensité et durée), est déterminée par la combinaison complexe des divers éléments caractérisant l'organisation fluviale : état de saturation des sols, importance des pentes, densité de drainage, taux de la couverture végétale, forme du bassin etc....

L'étude des crues des oueds de l'Algérie reste un domaine inconnu. Seules quelques indications très ponctuelles sont données dans les annuaires hydrologiques algériens. Les crues représentent un des traits fondamentaux du régime d'un cours d'eau. Malheureusement

nous ne possédons pas de longues séries de crues pour pouvoir tirer des conclusions globales. Nous nous contentons donc d'exploiter les données disponibles à savoir:

7. 1. Genèse des crues

La crue dépend essentiellement de l'abondance et de l'intensité de la pluie. Son évolution obéit principalement à la puissance et l'intensité de l'averse. Sa vitesse est largement influencée par le couvert végétal, la lithologie, par des paramètres morphométriques du bassin (indice de compacité, densité de drainage, rapports des confluences et des longueurs etc...), par la pente des thalwegs et la forme du lit (Cosandey et Robinson, 2000).

De plus, les diverses branches du chevelu hydrographique n'interviennent qu'à un degré moindre dans l'évolution ou la perturbation d'une crue. Dans la plus part des cas, ce sont les averses généralisées qui provoquent la plus grande crue.

L'intérêt économique de la détermination du débit maximal (Q max) probable d'un cours d'eau est évident en raison des effets destructifs bien connus de ces événement hydrologiques.

L'étude des crues revêt une place importante dans l'étude hydrologique et doit être menée avec délicatesse pour ne pas tomber dans des erreurs de sous-estimation ou surestimation.

7.1.1. Formule empirique pour le calcul du débit maximal probable

7.1.1.1. Formule de SOKOLOVSKY :

$$Q_{max} = 0.28. Ptc. C. S. F / T_m$$

Ptc : Pluies de courte durée (mm).

C : Coefficient.

S : Surface de bassin versant.

F : Coefficient de la formule de l'hydrogramme; F = 0.75

Tm : Temps de montée de la crue ; **Tm = Tc = 7.93.**

Tableau 36 : Valeurs de Q max selon différents C et fréquences pour la zone d'étude

Fleurance	0,5	0,9	0,99	0,999
Période de retour	2	10	100	1000
Variable de Gauss	0	0,28	2,32	3,089
C	0,3	0,6	0,7	0,8
Qmax (mm)	13,11	35,91	66,19	98,06

7.1.1.2. Formule de TURRAZA :

$$Q_{max} = C . Ptc . S / 3.6 TC$$

C : Coefficient d'écoulement instantané ; selon la tableau de Richard $C = 0.8$.

Ptc : Pluies de courte durée (mm).

S : Surface de bassin versant.

Tc : temps de concentration.

Fleurance	0,5	0,9	0,99	0,999
Période de retour	2	10	100	1000
Qmax (mm)	45,67	69,91	83,37	121,31

Les deux formules appliquées donnent des écarts importants dans les résultats de Qmax, nous pouvons utiliser les résultats de TURRAZA pour le calcul de Qmax.

7.1.2. Analyse Statistique des débits maximaux (Qmax).

Tableau 37 : Statistiques de base (Qmax). Pour la station d'Ain El Bey

Moyenne	46,56	Moyenne Harmonique	24,10
N. Actif	40	Écart type	42,64
Médiane	23,63	Moyenne géométrique	33,53
Mode	1,94	Écart moyen	29,29
Minimum	5,87	Étendue	184
Maximum	189,88	Intervalle inter quantile	34,85
C 25 %	20,02	Asymétrie	2,06
C 75%	54,88	Aplatissement	4,27

Conclusion

L'étude climatique et hydrologique est basée sur le traitement des données. Elle nous a permis de mettre en lumière les aspects fondamentaux du climat de notre région d'étude qui se caractérise par des saisons thermiques bien tranchées. Une saison chaude qui s'étale du mois de mai au mois d'octobre et une saison froide, du mois de novembre au mois d'avril. Le vent souffle surtout, durant l'automne et l'hiver.

Nous enregistrons vingt neuf (29) jours de gelée, des averses en Août et 0.6 jours / an de grêle au mois de Janvier. D'après ces données, la synthèse climatique montre que le climat du massif de Djebel El Ouahch est un climat de type subhumide à semi-aride avec un hiver frais et tempéré.

Chapitre IV

Les risques et les contraintes

I - les contraintes du milieu lors l'exploitation (Zones agricole et zones de parcoure)

Le zone de Djebel El Ouahch se situe dans une région montagneuse encore boisée, peu industrialisée et fortement peuplée par des éleveurs qui pratiquent une céréaliculture marginale et un élevage traditionnel qui pourrait devenir néfaste pour la forêt par le nombre excessif de bêtes dont principalement les chèvres. Il présente énormément d'aptitudes mais aussi souffre d'énormes obstacles d'exploitation de ces aptitudes.

I. 1. Les contraintes climatiques

La zone de Djebel El Ouahch est caractérisée par un climat sub-humide à semi-aride, d'un hiver très froid et d'un été chaud et sec. La pluviométrie ne dépasse les 400 mm avec une répartition irrégulière. Cette irrégularité des précipitations au cours de l'année entrave le développement des cultures conduites en sec, plus particulièrement les céréales. En effet la synthèse climatique fait ressortir le rythme climatique de la zone.

Comme nous l'avions mentionné au troisième chapitre, la région de Djebel El Ouahch est caractérisée par une saison froide et humide qui s'étend du mois de novembre au mois d'avril une saison chaude et sèche qui s'étale du mois de mai au mois d'octobre. Ces deux éléments fondamentaux sont considérés comme contraintes pour l'agriculteur.

En plus de l'irrégularité des pluies, s'ajoute l'influence néfaste des gelées tardives et de la grêle, spécialement sur l'arboriculture fruitière. Au cours de ces dernières années et avec les changements climatiques, la chute de la grêle occasionne d'énormes dégâts.

I. 2. Le relief

De part son appartenance aux monts de Djebel El Ouahch, la zone possède les caractéristiques physiques des montagnes. Dans l'ensemble, il s'agit d'un relief montagneux très élevé au Nord, avec le point culminant à 1342 m au niveau de Kef El Karm et moins élevé au Sud, avec des altitudes de moins de 800 m. De ce fait, la majorité des terres agricoles sont dominées par la classe des pentes qui correspond aux valeurs de 3-12 %. Par conséquent, le phénomène de l'érosion hydrique est très fréquent et plus particulièrement lors des pluies torrentielles, provoquant ainsi l'appauvrissement et l'instabilité des terres.

I. 3. Contraintes liées à la taille des exploitations

I. 3. 1. Le morcellement des terres agricoles

En plus du problème du relief qui a engendré un important morcellement des terres, s'ajoute le phénomène d'héritage qui a accentué le morcellement par le partage des terres entre les héritiers, ce qui explique un fort pourcentage d'exploitations agricoles dont la taille

se situe entre 01 à 05 ha et qui constitue souvent une entrave pour les grands investissements (bassin laitier , céréaliier, mise en valeur etc....), et les rend les coûteux et non rentables.

I. 4. La dégradation écologique des forêts

I. 4. 1. Facteurs physiques

En général, ces facteurs sont tous d'ordre abiotique. On peut citer :

- **La sécheresse:** L'élévation des températures et le peu de précipitations enregistrées depuis plus d'une décennie ont influé sur le bon développement des peuplements.
- **Les chablis:** Les vents violents causent d'énormes dégâts physiques aux arbres en premier lieu et favorisent l'installation des parasites (la forêt d'El Hambli).
- **L'érosion:** Elle Influence sur la croissance normale des peuplements en appauvrissant les sols et expose les racines aux différents aléas (dans les zones Nord de la zone d'étude).

I. 4. 2. Facteurs humains

- **L'usage illicite:** Le pacage, les incendies, les coupes et les défrichements illicites causent un important déséquilibre vu qu'ils agissent directement sur le potentiel vivant de la forêt par la réduction d'importantes superficies (les forêts d'El Hambli , Beni yakoob, Kef Lakhel et Draa Naga).
- **L'absence de traitements sylvicoles adéquats:** Les coupes de régénération, les coupes sanitaires ainsi que les travaux d'assainissements doivent être en temps opportun et d'une façon régulière dans la plus part des forêts au niveau de la zone d'étude.

I. 4. 3. Facteurs du milieu naturel

Ces facteurs sont d'ordre biotique. Ils constituent la dernière phase du processus de dégradation. Ils interviennent après l'affaiblissement des forêts ou des reboisements provoqués par les facteurs cités auparavant (milieu physique et humain). On peut les considérer comme des parasites de faiblesse. Ces parasites se subdivisent en deux groupes bien distincts:

- **Insectes ravageurs :** Ils sont classés selon les dégâts qu'ils causent à l'arbre : les insectes défoliateurs (Lépidoptères) et les insectes xylophages (coléoptères ou scolytes). Parmi ces insectes ravageurs on rencontre :
 - * La chenille processionnaire du Pin (*Thaumetopoea pityocampa* shift) : Cet insecte cause annuellement des défoliations dans les reboisements et repeuplement du pin d'Alep.
 - * La tordeuse des pousses de pin (*Rhyacionia bioliana*): quelques rares attaques de cet insecte ont été constatées au niveau des bourgeons de jeunes sujets de pin d'Alep.

I. 5. Les feux de forêts

Le facteur anthropique reste l'élément principal responsable de la dégradation de la végétation dans la région de Djebel El Ouahch. Entre 1987 et 2014, la superficie des peuplements forestiers incendiés se chiffre à 4323,51 ha soit une moyenne de 160,13 ha/ans (tableau 38).

Tableau 38 : Bilan des surfaces incendiées en hectares par types de peuplement dans la région du Djebel El Ouahch (Conservation des forêts de Constantine)

Période	1987-2002	2002-2009	2009-2014	1987-2014
Chêne-liège	252	26	358	636
Cyprès	94	519	92	705
Eucalyptus	46	238,5	61	345,5
Maquis	0	29,5	32	61,5
Maquis de Chêne vert	0	18	50	68
Forêt El Mridj	2,5	20	7,5	30
Pin d'Alep	312,5	1249,5	84	1646
Pin pignon	354	281	193,5	828,5
Reserve Djebel El Ouahch	3	0,01	0	3,01
Bilan total	1064	2381,51	878	4323,51
Bilan annuel	70,93	340,21	175,6	160,13

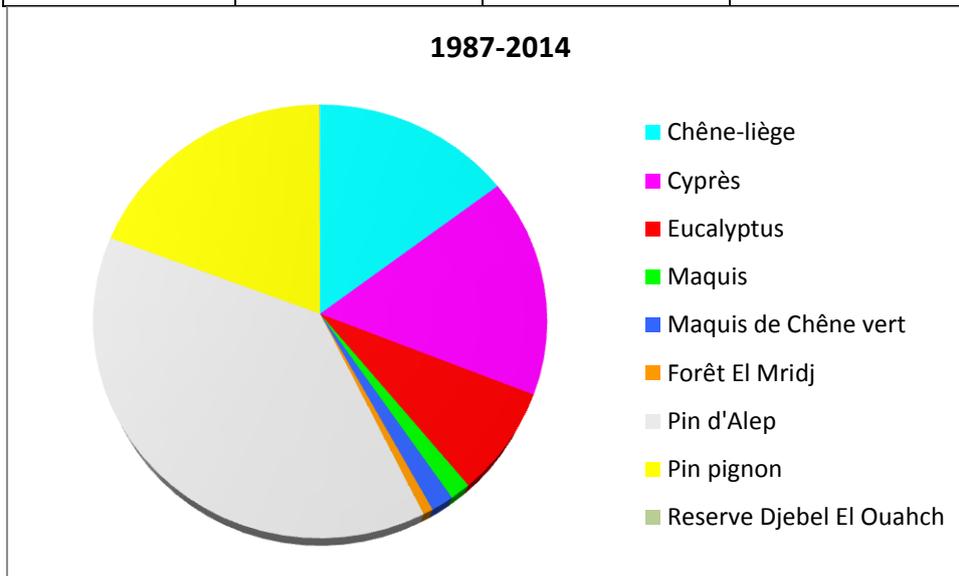


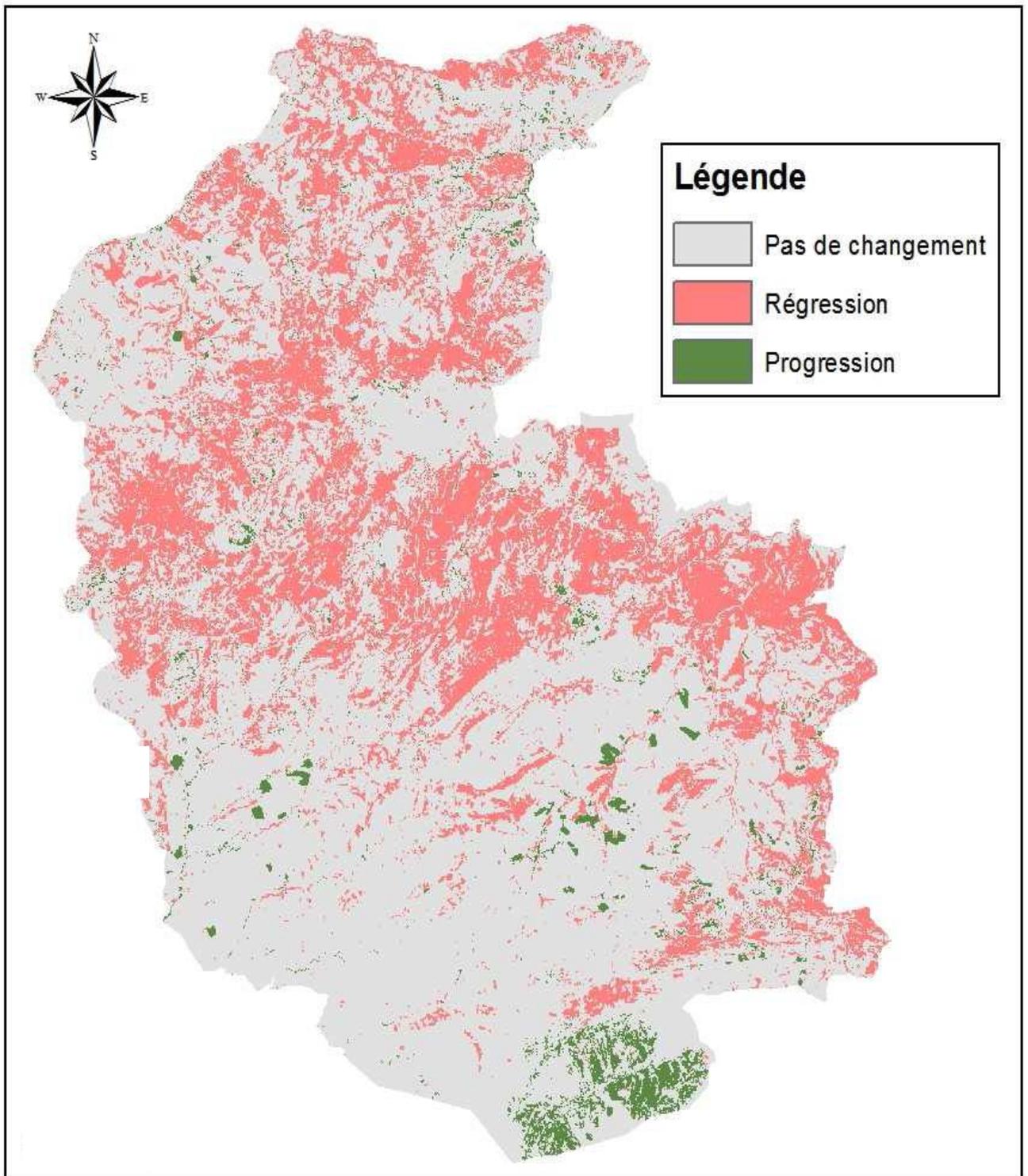
Figure 38 : Bilan des surfaces incendiées en hectares par types de peuplement dans la région du Djebel El Ouahch pour la période entre 1987 et 2014

Si on compare durant les mêmes périodes, les données de la régression de la végétation et les bilans des incendies de forêt, on constate que la période 1987-2014, durant laquelle nous avons enregistré le taux de régression le plus élevé, elle correspond aussi à la période la plus touchée par les feux, avec une surface moyenne incendiée de 340,21 ha/an (tableau 38).

Par ailleurs, le peuplement de pin d'Alep est le plus touché par les feux de forêt avec une

surface incendiée de 1646 ha durant la période 1987-2014. Ceci explique le taux de régression élevé au niveau de ce peuplement durant la même période.

Au Sud, la région d'Oum Settas, n'a pas connu d'incendies tout au long de la période 1987-2014, ce qui explique la progression enregistrée du chêne vert.



Carte 17: Carte de synthèse des changements de la végétation (période 1987-2014)

A partir des cartes 16, nous avons calculé les superficies de la régression et de la progression de la végétation, au niveau de la région de Djebel El Ouahch, pour la périodes 1987-2014. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant:

Tableau 39 : changement de la végétation entre 1987 et 2014 (Bouzenzana, 2015)

Période	1987-2014
Progression (ha)	1240,47
Régression (ha)	3311,22
Stabilité (ha)	10656,03
Bilan global (ha)	-2070,74
Bilan annuel (ha/an)	-76,69

La végétation forestière de la région de Djebel El Ouahch, a gagné, de 1987 à 2014 une superficie de 1240,47 ha, avec une moyenne de 45,94ha par an. Face à cette progression, et durant la même période, la régression est estimée à 3311,22 ha, soit 122,63 ha/an. Les zones de stabilité de la végétation sont majoritaires avec une superficie de 10.656,03 ha. Si on considère le bilan global de cette période, on constate qu'il est négatif avec une surface totale perdue de 2070,74 ha, soit une régression annuelle de 76.69 ha.

L'analyse des bilans nous renseigne sur l'évolution de la régression de la végétation entre 1987 et 2014. On constate (Tableau 39), qu'il y a une accélération de la régression de la végétation.

En plus de l'analyse temporelle, les cartes de synthèse nous permettent de faire une analyse spatiale de la régression de la végétation, au niveau de la région de Djebel El Ouahch.

Dans la partie nord, les zones de dégradation de la végétation forestière, se situent dans le territoire de Zighoud Youcef, une partie essentiellement montagneuse occupée par le pin d'Alep, et les maquis dégradés à base de Diss, de Calycotome, et d'Asphodèle et particulièrement au niveau des maquis de chêne liège d'El Kantour (carte 16).

Dans la partie centrale, au niveau des grands massifs forestiers de Kef Lekhel, Draa Ennaga, El Hambli, Tarfana et Djebel El Ouahch, une importante zone de dégradation de la végétation, affecte les peuplements de pin pignon, de pin d'Alep, d'eucalyptus et de cyprès.

Par contre, dans de la partie méridionale, à l'exception de la partie de Bouzemzem qui présente une régression au niveau du pin d'Alep reboisé, des forêts de cyprès et des mélanges (cyprès et eucalyptus), les maquis de chêne vert d'Oum Settas, enregistrent une remarquable progression de la végétation (carte 16).

D'après le tableau 40, on constate, qu'à l'exception du maquis de chêne vert, tous les types de peuplement, au niveau de la région de Djebel El Ouahch, affichent un bilan négatif. Le peuplement de pin d'Alep, est de loin le plus touché avec une perte de 747,39 ha entre 1987 et 2014.

Tableau 40 : Bilan des changements de la végétation forestière par type de peuplement dans la région de Djebel El Ouahch (période 1987-2014) (Bouzenzena, 2015)

Peuplement	Superficie totale (ha)	Progression (ha)	Régression (ha)	Pas de changement(ha)	Bilan (ha)
Pin d'Alep	1727,14	54,59	801,98	870,56	-747,39
Pin pignon	2278,13	139,17	597,62	1541,33	-458,45
Chêne liège	1588,99	33,68	89,15	1466,16	-55,47
Maquis chêne liège	3145,86	105,33	653,23	2387,29	-547,90
Maquis chêne vert	2496,16	787,46	14,27	1694,43	+773,19
Cyprès	576,54	32,46	163,05	381,03	-130,59
Eucalyptus	1475,45	30,54	350,67	1094,23	-320,13
Mélanges	826,07	32,28	326,01	467,77	-293,73
Maquis	607,24	3,01	194,18	410,04	-191,17
Réserve Djebel El Ouahch	257,48	18,39	61,60	177,47	-43,21
Arboretum Draa Ennaga	32,64	0,99	7,46	24,18	-6,47
Forêt El Mridj	196,02	2,57	51,90	141,54	-49,33
Total	15207,72	1240,47	3311,22	10656,03	-2070,74

Il est suivi par le maquis de chêne liège et le pin pignon, avec respectivement un bilan régressif de 547,9 ha et 458,45 ha. En plus des massifs forestiers, la réserve et l'arboretum ne sont pas épargnés par cette dégradation enregistrant, respectivement une perte de 43,21 ha et 6,47 ha.

I. 6. Contraintes de production

Si nous avons à classer les différentes spéculations de production animale ou végétale par ordre d'importance et de priorité du point de vue taille, volume, superficie, effectif animal et dominance, nous pouvons facilement déduire que l'élevage des ruminants prend la première position, la céréaliculture en deuxième position puis vient l'arboriculture fruitière et enfin l'apiculture. Mais si nous procédons à la classification par ordre de rentabilité, on constate que l'arboriculture prend la première place, suivie par l'élevage, la céréaliculture et en dernier lieu l'apiculture.

La conduite de ces spéculations reste effectivement loin des normes et des techniques scientifiques et pour remédier et trouver au moins des solutions fiables, adéquates et appropriées, il est nécessaire d'analyser profondément tous les facteurs techniques économiques et sociaux responsables du non extériorisation du vrai potentiel des différentes spéculations citées précédemment.

I. 6. 1. Contraintes de production végétale

Dans le massif de Djebel El Ouahch, la production végétale est variée (céréales, maraîchages, arboriculture et fourrages). Les agriculteurs ne donnent de l'importance qu'à

l'arboriculture fruitière et les céréales. Ces deux spéculations dominent et prennent de l'ampleur dans l'ensemble de la production végétale. De ce fait, l'analyse des contraintes de la production végétale portera sur ces deux spéculations car elles constituent la base des revenus des agriculteurs.

I. 6. 1. 1. Contraintes de production des céréales

- Absence de variétés adaptables à la zone.
- Rotation non pratiquée.
- Itinéraire technique non respecté.
- Fertilisation et désherbage non utilisés.
- L'irrégularité des pluies et la sécheresse.

I.6. 1. 2. Contraintes de production arboricole

Actuellement, l'arboriculture est considérée comme étant la spéculation la plus rentable de toutes les spéculations de la production végétale du bassin et prend toute l'estimation et l'attention des agriculteurs. Cependant, l'extension de cette spéculation au profit de la céréaliculture a permis l'installation des ravageurs, diminuant ainsi la qualité et le rendement des vergers.

Aussi, parmi les facteurs influant négativement sur la production, il y a l'installation des cultures intercalaires, l'utilisation du système d'irrigation traditionnel et une pratique archaïque de la taille.

Dans la zone d'Ibn Badis, où toutes les conditions conviennent au développement de la céréaliculture, la majorité de la population montagnarde s'est penchée sur l'extension des vergers de pommiers, leur permettant ainsi un revenu plus avantageux. Cette espèce dont le fruit est fortement demandé sur le marché, présente un besoin en eau très élevé, consommant environ 6000m³/ha durant son cycle de croissance.

Si la superficie des vergers de pommier ne cesse d'augmenter, la nappe d'eau souterraine sera soumise sans doute à un vrai danger. La continuité à encourager la monoculture développe un microclimat très favorable à l'installation de plusieurs maladies et ravageurs qui détruisent les cultures.

Face à cette situation, les agriculteurs font appel aux traitements phytosanitaires qui peuvent avoir un effet néfaste sur l'environnement.

I. 6. 2. Contraintes de production animale

L'élevage dans la zone constitue la spéculation dominante. Toutefois, sa production est très faible. Ces faibles productions sont attribuées aux systèmes d'élevage pratiqués.

L'élevage est conduit sous forme extensive, les animaux errant en liberté pendant le jour soit dans la forêt soit dans les parcours. Le gardiennage est confié aux enfants. Les concentrés n'entrent dans les rations des bêtes que pendant les disettes hivernales à des faibles quantités, ce qui entraîne une déficience chronique en matières azotées. La limite de la production des pâturages constitue un frein à la production animale, en particulier en saison sèche. A cet effet, la forêt apparaît dans ce cas comme le seul moyen d'assurer la subsistance de l'animal, ce qui influe sur la régénération de la forêt qui est voie de dégradation. La concentration des effectifs au niveau de la zone montagneuse et de la plaine accentue le surpâturage des parcours qui ne répond même pas aux besoins du cheptel existant.

I. 6. 2. 1. Problème de pâturage anarchique

Le pâturage anarchique en forêt est sans conteste le plus grand ennemi du patrimoine forestier national par l'élimination systématique des régénérations naturelles, le massacre des plantations. L'érosion, sous toutes ses formes en est la triste conséquence. Non seulement les bergers laissent leur bétail détruire la forêt mais ils participent eux même activement à la dispersion des arbres, en coupant des branches et en allumant des incendies pour créer de nouveaux pâturages.

L'accroissement démographique de ces dernières décennies a entraîné un accroissement plus important du bétail et sa pression sur les massifs forestiers.

I. 7. Contrainte d'activité économique

La survie de la planète passe par la santé écologique des forêts de montagne qui protègent les bassins versants alimentant en eau plus de la moitié de la population mondiale.

Une gestion rigoureuse des écosystèmes de montagne et des ressources en eau qui en font partie n'a jamais été aussi importante pour notre sécurité à long terme et à notre survie. Chacun d'entre nous, où que nous vivions, partageons la responsabilité de protéger la biodiversité des montagnes et ce sont les montagnards qui sont les premiers gardiens de cet irremplaçable capital de l'humanité.

Les projets d'exploitation des carrières d'agrégats tels qu'ils ont été élaborés, représentent une menace réelle pour l'équilibre écologique et menacent les deux importants massifs forestiers dans la zone de Djebel Ouahch à savoir les forêts de Beni Yagoub et d'El Hambli et ce, pour les raisons suivantes :

- La forêt est un écosystème très fragile.

- Les massifs forestiers de Beni yagoub et d'El Hambli représentent des sites touristiques favorables et qui pourraient attirer l'attention des autorités de la Wilaya pour la réalisation d'un village touristique.

7. 1. Effet sur l'environnement

La présence des carrières, surtout au niveau des Djebels Oum Settas et Kellal a un impact de dégradation sur ces massifs et sur les paysages environnants (photo 12)



Photo 12: Le massif d'Oum Settas entouré par une multitude de carrières d'agrégats (photo GoogleEarth)

- L'air pur offert par les hautes altitudes de Kef El Karm, culminant à 1342 m, peut être pollué par les impuretés du projet.
- Les polluants, essentiellement les poussières et les gaz émanant des carrières, peuvent entraîner la dégénérescence du cèdre qui est l'espèce noble de l'Afrique, mondialement protégée.

Les résineux caractérisant le massif sont menacés de dépérissement sous l'effet des produits qui détruisent la cire existante sur les feuilles des arbres.

Ces produits néfastes agissent sur le cortège floristique, les arbres fruitiers existants dans cette région, provoquant ainsi la détérioration des tissus végétaux qui se traduit par des nécroses conduisant à leur défoliation.

- L'utilisation des explosifs qui peuvent influencer l'itinéraire naturel des ressources hydriques et par conséquent, leur pollution. Sept sources à débit moyen à proximité du lieu choisi par l'exploitant sont menacées de pollution.
- Certaines espèces animales peuvent être menacées tel que : l'hyène, le vautour, la perdrix, le chacal, le lièvre ainsi que les animaux domestiques.

I. 7. 2. Impact sur l'homme

- L'air pollué peut causer chez l'homme de maladies chroniques telles que l'asthme et la bronchite.
- Le monoxyde de carbone peut entraîner un effet cancérigène chez les individus exposés à long terme à des doses considérables.

I.8. la déforestation

En plus de l'action de dégradation créée par les incendies, intervient l'action de déforestation. Chaque année, plusieurs hectares de forêts sont dégradés par l'homme, dans le but d'agrandir les surfaces de parcours et ce, malgré l'intervention des services compétents. Cette situation ne semble pas trouver de solutions adéquates. La présence en milieu forestier de l'homme pose un problème délicat aux autorités de la wilaya. La nécessité s'impose donc pour trouver une issue à cette situation devenue intolérable.

Cette exploitation peut conduire à différentes conséquences dommageables:

- Dégradation des équilibres naturels.
- Menace de la biodiversité animale et végétale.
- Cette utilisation intense des ressources mène à l'appauvrissement progressif de l'écosystème.

Certains arbres riches en écorce sont abattus et d'autres fournissant une multitude de graines nécessaires à l'alimentation sont détruits.



Photo 13: Dégradation de la forêt d'El Hambli (Ibn Badis)



Photo 14: Surfaces incendiées à Zighoud Youcef (Taffaha)

I.9- La pollution

La pollution est une action causée par l'homme qui dégrade le milieu. Nous notons:

- Une forte pollution des lacs par l'utilisation de l'eau pour le lavage des voitures et ainsi l'eau contaminée, contenant des substances toxiques, s'infiltre dans les plantes, ce qui mène à leur extinction.
- Une retenue collinaire n'arrive pas à se remplir, malgré l'importance de son impluvium, et cela étant dû à une fuite d'eau au niveau de la digue.

Ces différents points d'eau nécessitent un entretien et une restauration dans les plus brefs délais.

-La mise en place des restaurants et cafés, sans tenir compte des conditions d'hygiène et les lois qui régissent les réserves biologiques.

-En dehors de l'assiette du parc, sur la route de contournement, il existe une grande décharge illicite. Cette décharge se trouvant au niveau du parc de djebel Ouahch porte un grand préjudice au milieu naturel fortement agressé.

II. Etude de l'érosion

Introduction

La présence de relief abrupt et de la dégradation de la couverture végétale, le massif de Djebel El Ouahch est l'une des régions les plus vulnérables à l'érosion des sols comme tous les bassins de l'Algérie. L'ampleur du phénomène érosif amené par les cours d'eau maghrébins, ont suscité l'intérêt d'un grand nombre de chercheurs qui ont tenté d'expliquer les mécanismes complexes du transport solide et de quantifier les volumes des sédiments transportés.

Dans ce contexte, on notera les travaux de Tixeront, (1960), Heusch (1982), Milliman et Meade (1983), Sogreah (1983), Walling (1984), Lahlou (1990) et plus récemment Probst et Suchet (1992) qui ont tenté d'expliquer l'érosion mécanique et de déterminer les dégradations spécifiques des bassins versants de ces régions.

D'autre part Ghorbel et Claude (1977), Rais et Abidi (1989), Albergel et al (1998), Snoussi et al. (1990), Merzouki (1992), Moukhchane et al. (1998), Demmak (1982), Bourouba(1998), Terfous et al. (2001, 2003), Ghnim (2007) et Megnounif et al. (2003,2007) ont présenté en conclusion de leurs travaux des informations significatives sur le flux des matières transportées par les cours d'eau de quelques bassins versants tunisiens, marocains et algériens.

Dans ce chapitre, nous allons présenter une synthèse de l'étude du phénomène de transport solide. On se propose de mettre en évidence la gravité du phénomène à travers la superposition des cartes des facteurs responsables de cette érosion, tandis que l'évaluation qualitative et quantitative sera présentée sous forme de formules empiriques.

II. 1. Définition

D'une manière générale, l'érosion des sols correspond au "détachement " et au "transport" des particules de sol, par différents agents (gravité, eau, vent, glace), de leur emplacement d'origine à un endroit de "dépôt" à l'aval. Dans tous les cas, ces mouvements de sol sont des processus discontinus à fortes variations spatio-temporelles, difficiles à décrire sous forme d'équations mathématiques.

Nous nous intéresserons dans cette étude plus particulièrement à l'érosion hydrique, qui est un phénomène largement répandu et dont les conséquences peuvent entraîner des pertes de terre irréversibles et une diminution des capacités de stockage des barrages.

L'érosion de sol est un processus qui réduit la surface des terres cultivables de façon irréversible, causant une perte de production végétale et en même temps de la couverture végétale.

II. 2. Les principaux agents de l'érosion hydrique

Selon l'analyse des composantes du milieu physique et l'analyse des contraintes et potentialités du bassin versant, on peut précisément extraire les différents facteurs qui déclenchent et accélèrent l'érosion.

II. 2. 1. Le facteur climatique

II. 2. 1. 1- La pluviométrie

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

$$E_c = 1/2.mv^2 \text{ où}$$

E_c : Energie cinétique (en joules).

m : Masse de la goutte (en kg)

v : Vitesse (en m/s).

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

$$E_c = 11,9 + 8,73 \log I_p^2$$

Avec,

E_c : Energie cinétique, en $j/m^2/mm$.

I_p^2 : Intensité de pluie, en mm/h .

Le massif de Djebel El Ouahch est caractérisé par l'agressivité des pluies et des phénomènes de splash, phénomène lié au martèlement des gouttes au contact du sol. Il provoque des crues et facilite la mise en suspension du sol et l'enclenchement du transport solide.

Les pluies d'automne sont les plus intenses et les plus dangereuses pour le sol. Elles surviennent en une période où la couverture végétale est faible ou inexistante et les sols sont ameublés par les labours et après la saison sèche d'été. Ce sont les crues d'automne qui causent le plus d'érosion.

Cette action érosive des pluies est liée à son intensité et à sa répartition. L'érosion hydrique, par son ampleur et son agressivité constitue une contrainte majeure au développement de l'agriculture et à la promotion de l'activité rurale.

II. 2. 1. 2. La grêle : par son effet mécanique et la pluie intense qui l'accompagne.

II. 2. 1. 3. La sécheresse : qui favorise le délitage et la désagrégation du sol avec sensibilité aux vents et à la disparition de la végétation.

II. 2. 1. 4. La Température : où les écarts thermiques.

II. 2. 1. 5. Le vent : par son effet dessèche, son effet mécanique.

II. 2. 2. Le sol.

Les critères de classification pédologique d'un sol permettent de déterminer, après corrélation avec les données quantitatives un coefficient de sensibilité à l'érosion. Ces

éléments de classification comprenant: la structure, la texture, la teneur en matière organique, la capacité de rétention en eau et la perméabilité.

II. 2. 2. 1. Le relief

Deux critères principaux:

II. 2. 2. 1. 1. L'altitude

Elle est importante comme facteur limitant pour la végétation et sa croissance et par son action de gélifraction

L'altitude moyenne de bassin versant de près de 800 mètres, une dénivellation de 1342 m avec de forts contrastes thermiques journaliers.

II. 2. 2. 1. 2. La topographie

- Pente et longueur de pente

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

- **Les effets de vallées** : Ils sont importants pour la localisation des vents et de la pluie (intensité, grêle)

- **Les expositions** : Ce sont les actions sur la végétation entre ombrée et soulane.

II. 2. 3. La couverture végétale

Le couvert végétal est efficace quant à la réduction du ruissellement. La couverture du sol, plus particulièrement celle assurée par la strate herbacée et les résidus végétaux, constitue la protection la plus efficace du sol.

Elle intervient vis à vis du sol par:

- l'interception nette : une partie de la pluie qui tombe sur la végétation est directement reprise par l'évaporation. Elle ne participe alors, ni à l'infiltration, ni au ruissellement.

- La dissipation de l'énergie cinétique: une partie de la pluie interceptée par le feuillage continue sa course jusqu'au sol. L'énergie cinétique des gouttes s'en trouve alors modifiée.

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

II. 2. 4. Facteur socio-économique

L'Homme: Il occupe tout le territoire et agit par :

- le défrichage pour le chauffage, la cuisine, les cultures (extension des surfaces), les infrastructures, pouvant produire des coefficients de ruissellement proches de un.
- le incendies volontaires ou accidentels d'été qui laissent un sol asséché et pulvérulent aux pluies d'automne et stérilisé par la destruction de la régénération et des semis ligneux ou herbacées.
- Les pratiques agricoles par la mécanisation (les labours dans la pente) et l'intensification (fertilisation mal conduite)
- Le pastoralisme et la surexploitation des végétaux par un excès d'animaux (seules persistent les plantes non fourragères)
- L'Organisation foncière avec des zones surexploitées et des zones non exploitées mais aussi l'accroissement de la taille des parcelles pour la mécanisation (disparition des haies qui agissent sur le ruissellement et le vent

En conclusion, le problème est essentiellement lié à la démographie, à des densités de population non adaptées au milieu qui doit s'adapter, faute d'être ruiné.

II. 3. Formes de manifestation de l'érosion hydrique

L'érosion est causée par un ruissellement superficiel non contrôlé. Il existe plusieurs formes d'érosion, de l'érosion en nappe jusqu'à l'érosion en ravines.

III. 3. 1. Erosion en nappe

Elle se produit lorsque l'écoulement et l'érosion se font sur toute la surface du sol, ce qui provoque une usure homogène non perceptible dans la majorité des cas.

Quantitativement, l'érosion en nappe est très modeste. Dans le cas de l'Algérie, les chercheurs de l'INRF et de l'OROSTOM ont évalué les pertes en terres par ce type d'érosion de 0, 10 à 20 t / ha / an (Chebbani, et al. 1999).

Ce type d'érosion entraîne des conséquences morphologiques et pédologiques fâcheuses suite à un décapage de l'horizon superficiel diminuant insidieusement sa réserve en éléments fertilisants et un entraînement préférentiel des particules les plus fines, de la matière organique et du carbonate de calcium.

Cette forme d'érosion apparaît dans la région d'Aioun Zourg.

II. 3. 2. Erosion linéaire

Elle se manifeste lorsque la concentration des eaux conduit à la formation de chenaux de dimension croissante : griffes (quelques centimètres de profondeur), rigoles (incisions dans la couche labourée), ravines (incisions dépassant la couche labourée).

III. 3. 2. 1. Erosion en griffes et rigoles

Elle se produit lorsque l'écoulement d'eau se concentre et choisit son passage. Dès qu'une griffe s'établit, l'eau de ruissellement tend à se réunir, et plus elle se creuse, plus il y a appel d'eau dans la rigole. Ainsi le phénomène de creusement s'accélère de lui même.

Du point de vue quantitatif, ce type d'érosion reste dans les mêmes proportions que l'érosion en nappe.

II. 3. 2. 2. Erosion par ravinement

Les ravines suivent la ligne de plus grande pente des versants. Puisque le ruissellement provenant des versant peut atteindre 50 à 80% durant les averses exceptionnelles tombant sur les terres battues ou compactées, l'essentiel du transport solide provient des ravines et des oueds (Heush. 1970 ; Arabi, et al. 1991).

Lorsque le sol est peu perméable, saturé et peu couvert, le ruissellement est abondant. Ce dernier creuse des ravines et augmente les pointes de crue des oueds, ce qui favorise le sapement des berges et les glissements de terrain, et par conséquent l'envasement des barrages, la destruction des infrastructures et la dégradation des terres.

En Algérie, l'érosion ravinante a déplacé 90 à 300 t/ha/an, ce qui correspond à une vitesse d'altération des versants de 8 à 17 mm/an (Chibbani, et al. 1999).

Ce type d'érosion linéaire, soit Erosion en griffes et rigoles soit Erosion par ravinement se localise sur la quasi totalité de la plaine, surtout au niveau des jachères et dans les parcelles travaillées ainsi que sur les versants non protégés.

II. 3. 3. Erosion des Berges

Dite verticale, résultant de l'attaque des matériaux du sol au niveau des berges et du lait de Oued, ce type d'érosion se manifeste au niveau de certains grands affluents (Oued Beni Amrane, Oued Drdar et Oued El Haria).

II. 4. La quantification de l'érosion

Il existe plusieurs formules permettant la quantification de l'érosion hydrique. Nous ne citerons que celles qui impliquent des paramètres physiques représentatifs.

$$Ass = 1/36 (P^2 / \bar{P})^{2,56} (h^2/s)^{0,46}$$

Avec

Ass: apport solide spécifique (t/km²/an).

P₂ : précipitations moyennes mensuelles du mois le plus pluvieux (mm).

P : précipitations annuelles (mm).

h : dénivelée moyenne (m).

S : superficie du bassin versant (km²).

h₂/s : coefficient orographique.

$$Ass = 187.39 T / Km^2/ans$$

II. 4. 2. Formule de Tixeront (1960)

Basée sur les données recueillies dans 32 bassins algériens et 9 bassins tunisiens sur une durée comprise entre 2 et 22 ans

Ass = 354. R^{0.15} pour les bassins tunisiens.

Ass = 92. R^{0.21} pour la région est algérien.

Ass = 2000. R^{0.21} pour la région centre algérien.

Avec :

Ass : apport solide spécifique en t/km²/an.

R : Ecoulement en mm.

$$Ass = 245.75 T / Km^2/ans$$

II. 4. 3. Formule de la Sogreah 1969 :

Basée sur les données de 30 bassins algériens, l'estimation des apports solides spécifique Ass(T / Km² / an) en fonction du ruissellement annuel des crues (mm / an) et de la perméabilité de la zone.

$$Ass = \alpha .R^{0,15}$$

Avec :

Ass : apport solide spécifique (t/km²/an)

α : coefficient dépendant de la perméabilité du sol, donné au Tableau ci dessous

R : Ecoulement annuel (mm)

Tableau 41 : Valeurs de α pour différentes perméabilités

Perméabilité	α
fort	8,5
moyenne	75
Moyenne à faible	350
Perméabilité faible	1400
Imperméable	3200

Ass = 159.03 T /Km²/ans

II. 4. 4. Formule de l'A N R H

Ass = 4,49.ct +7,23 P²/P⁻-144,23

Avec :

Ct : coefficient de torrentialité.

P²/P⁻ : indice d'abondance pluviale de Fournier.

Ass = 232.85 T /Km²/ans

Tableau 42: Tableau récapitulatif du résultat quantitatif par différentes formule

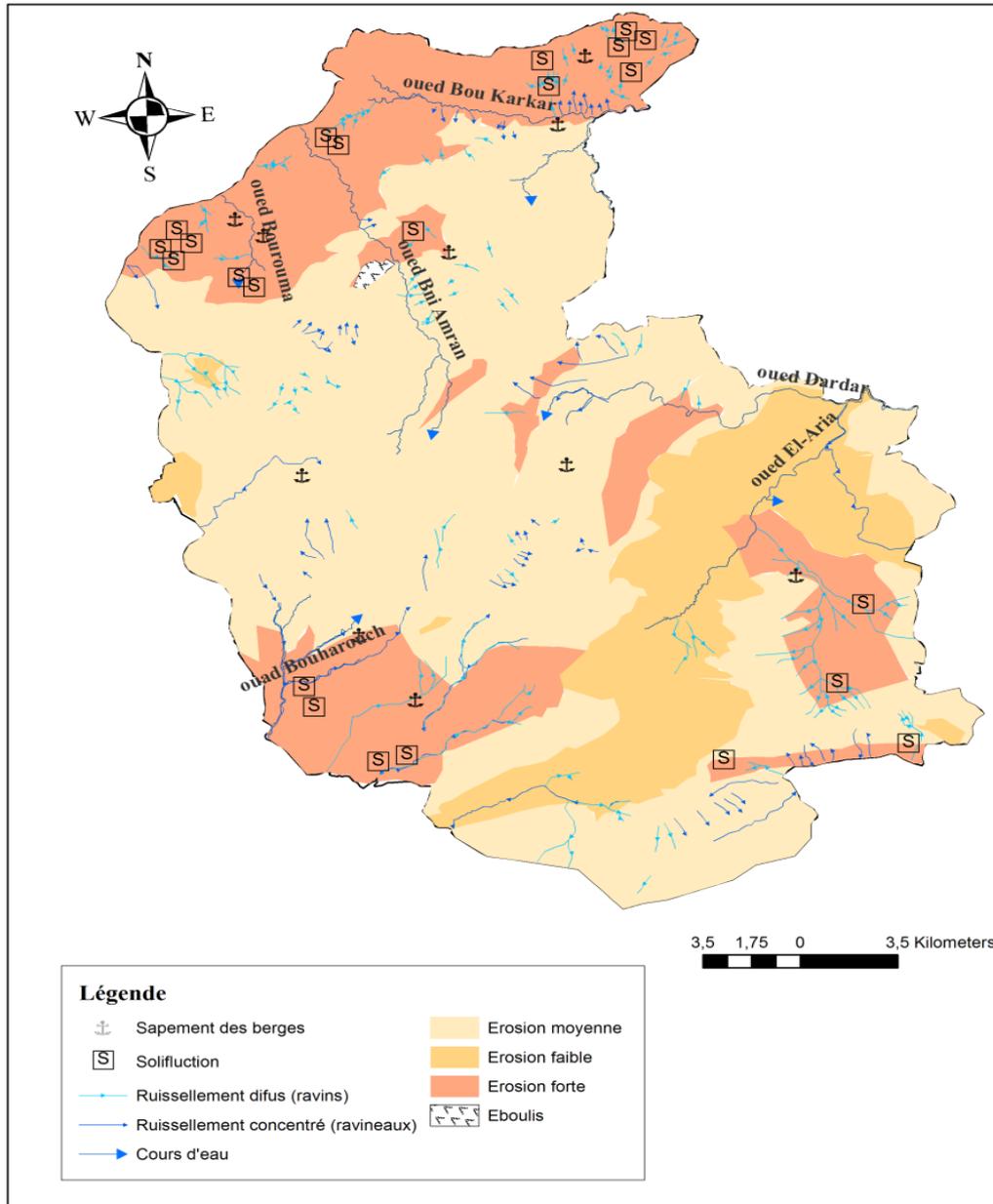
Formule	Apport solide (T/Km ² /ans)
Fournier	187,39
Tixeront	245,75
Sogreah	159,03
L' ANRH	232,85
Moyenne	198,75

La lecture du tableau ci-dessus, montre que les deux formules de FOURNIER et SOGREAH donnent des résultats proches car les mêmes paramètres sont pris en compte. Par contre, les formules de TIXERONT et l'A N R H donnent des valeurs plus élevées.

Dans notre cas, nous retenons le résultat fourni par la formule de FOURNIER car elle fait intervenir les paramètres du terrain, et peut être appliquée à la zone d'étude.

II. 5. La création de la carte d'érosion

Après avoir collecté toutes les informations et les données nécessaires à la compréhension de la situation actuelle de la région d'étude, plus précisément les données relatives aux facteurs qui déclenchant le phénomène d'érosion, nous avons établi une carte d'érosion de la région de Djebel El Ouahch (carte 17).



Carte 18 : Carte d'érosion de la zone de Djebel El Ouahch

Résultats

A la lecture de la carte d'érosion de la région, nous faisons ressortir les caractéristiques (tableau 49) qui illustrent les degrés de sensibilité et qui sont utiles pour l'étude des problèmes d'aménagement ou de conservation.

Elles sont représentées par la topographie (relief –pente), la lithologie, le cadre morpho structural, l'utilisation du sol et du couvert végétal, les caractères morpho dynamiques, le degré de stabilité des milieux géodynamiques.

Nous définissons ainsi trois types de milieux : un milieu stable, un milieu moyennement stable et un milieu instable.

1. Le milieu stable (érosion faible)

La morphogenèse n'est pas absente mais n'intéresse que des surfaces réduites ne modifiant en rien la réaction générale du milieu, grâce à l'infiltration d'une bonne partie des eaux précipitées. L'altération chimique est active, la végétation souvent stratifiée et se régénérant bien sur les versants. L'exploitation agricole de certaines variantes des milieux stables (terrasses alluviales, bas de versants) ne pose pas de problèmes. Les modifications du modelé superficiel sont très peu perceptibles et la fourniture de débris aux drains est modérée. Il s'agit des milieux dont l'évolution pourrait être qualifiée de "normale".

Le milieu stable se localise au Sud –Est et au Nord-Ouest du massif de Djebel El Ouahch. Il est caractérisé par un couvert végétal dense et des cultures qui freinent le ruissellement. Il couvre une superficie de 102.21 Km².

2 . Milieu moyennement stable (érosion moyenne)

Les processus d'appauvrissement de ces milieux sont présents et actifs. Les formes créées par les différents types de ruissellement sont discrètes. La modification de la morphologie superficielle dans ces milieux y est perceptible à l'échelle d'une génération. Enfin, les cours d'eaux qui drainent ces milieux évacuent une quantité notable de débris,

Ce type d'érosion caractérise les versants à pente (0 – 25%), à lithologie imperméable, une intensité de revêtement moyenne. Le milieu moyennement stable représente une superficie de 287,71 Km², soit 53% de la superficie totale au tour de Djebel El Ouahch.

3. Milieu instable

La morphogenèse actuelle de ce milieu est l'élément déterminant de son fonctionnement et elle est la plus visible dans le paysage. Dans les milieux fortement instables, la morpho dynamique y est multiforme et accélérée par une utilisation inadéquate des terres.

L'agriculture apparaît sérieusement perturbée par l'appauvrissement de son support, par l'ablation, la multiplication d'entraves telles que l'approfondissement, l'élargissement et la ramification des ravins et ravines dans les parcelles cultivées.

Les milieux instables, avant dernier terme dans la dégradation des capacités productives, permettent encore une agriculture sur des superficies appréciables. Les formes géomorphologiques qui illustrent la gravité de l'érosion sont : les badlands, une forte intensité

des ravinements et la présence de certaines formes de mouvements de masse (glissements et solifluxion) ainsi les sapements des berges.

Cette classe est d'une superficie de 166 Km². Les terrains de cette classe se localisent au centre et au Nord du massif forestier (Oued Boukarkar, Taffaha, Djebel Eugueb et Kef Lakhal). Affectée par l'érosion, elle apparaît sous forme d'enclaves.

Le milieu instable, à défaut d'actions anti-érosives multiples, est irrécupérable pour toute activité agricole.

Tableau 43: Résumé des caractéristiques et problèmes d'aménagement des milieux.

	Caractère topographique Relief -pente	lithologie et cadre Morpho structural	Utilisation du sol et couvert végétale	Caractère Morpho dynamique	Degré de stabilité des Milieux géodynamiques	Problème d'aménagement ou de conservation
Milieux instables	Versants à pentes fortes > 20% Vallons en V Replats peu étendus	Terrains charriés de structure conglomérat calcaire et grès numidien -Placage de dépôts de pente	Déboisement total , céréaliculture reste de formations broussailleuses peu étendus	Ruissellement aréolaire et concentré intense, mouvement de masse, les drains évacuent une très grosse de débris liquides et charge solide aux collecteurs	Milieux en déséquilibres profonds - morphogènes et due a de profondes perturbation anthropiques	Restabiliser de tel milieu apparaît très difficile vue le degré atteint par la morphogenèse, il s'agira surtout de freiner celle-ci par un contrôle stricte de l'utilisation de dol et du paturage , réinstallation de couvert végétale et des correction mécaniques des drains actifs.
Milieux Moyennement stable	Versants à pentes divers moyennes à fortes, crêtes arasées et interfluves étroits Vallons et Replats	Terrains charriés grès numidien, calcaire marneux dépôts de pente bien représentés et pouvant atteindre 2 m d'épaisseur	Forêt trouée et maquis arboré . -céréaliculture en enclave et sur les bas des versants, rebois	Ruissellement aréolaire et diffus sous forêt –rigole et ravines dans les zones cultivées	Milieux a équilibres précaire fragile menace par le défrichement	Densification de couvert végétale et réglementation de l'utilisation de sol, culture selon les normes anti érosives, correction mécaniques des drains actifs et contrôle de la charge pastorale
Milieux stable	Versants à pentes moyennes à et fortes, interfluves étroit, Vallons en V	Lithologie variée Marno Calcaire Grès numidien. Colluvions et dépôts de pentes épaisses (3 m)	Couverture forestier dense avec sous bois	Ruissellement diffus modéré. Fourniture faible de la charge solide aux collecteurs. Sapement latéral.	Milieux en équilibre, mais grand sensibilité aux agents d'érosion, Sapement latéral des oueds liées à la torrentialité des affluents	lutte centre les incendies. -réglementation des pacages pour assurer la régénération spontanée des espèces végétales. -protection des berges de terrasses alluviales

Conclusion

L'étude de l'érosion et du transport solide dans les zones semi arides a permis de préciser les facteurs mis en jeu et de quantifier le phénomène pour la mise au point des techniques d'aménagement anti-érosives appropriées pour la sauvegarde et la préservation du capital eau – sol.

L'étude de la description et la quantification n'est pas suffisante car les dégâts de l'érosion sont importants. Parmi ces dégâts, nous citons:

- La diminution de la fertilité du sol à cause du déplacement de la couche superficielle qui contient les éléments nutritifs, la matière organique et les microorganismes des sols. La sédimentation et le transport solide sont gênants pour la majorité d'aménagement. Ils se traduisent par:
 - L'envasement accéléré des fossés de drainage, des canaux d'irrigation et des réservoirs.
 - Une réduction de la capacité des lits des rivières, donc un risque d'inondation des terres avoisinantes.
 - une augmentation des coûts d'aménagement, ce qui nécessite une intervention d'aménagement rapide et efficace.

Chapitre V

Potentialités et valorisation du milieu

Introduction

Considérée à une échelle temporelle relativement longue et par rapport à des espaces physiques déterminés, la question démographique exprime la nature des relations que l'homme entretient avec les territoires qu'il occupe.

Selon la spécificité du milieu physique, l'homme s'y installe, s'y adapte et développe son milieu. Mais il peut, pour des conditions objectives comparativement défavorables, opter pour de nouvelles destinations plus propices à sa prospérité. Tout au long des développements qui suivent, cette double dimension homme et occupation spatiale sera systématiquement mise en évidence. Donc l'étude socio-économique de la zone d'étude est nécessaire pour l'aménagement, en tenant compte de la concentration de la population et sa répartition, de l'emploi et ses infrastructures, et aussi mettre en lumière les capacités de ce milieu pour présenter sa richesse et bien orienter son exploitation sous la nomination de développement durable.

I. Les potentialités et l'aspect socio économique

I.1. Commune de Ben Badis

I.1.1. La population

L'actualisation de la population de la commune de Ben Badis en 2007 a été effectuée sur la base :

- d'une enquête réalisée sur le terrain ayant couvert 1/4 de la population et de l'habitat des agglomérations,
- d'un sondage ayant été réalisé sur plusieurs mechtas de la zone éparse.
- d'une analyse de l'évolution démographique enregistrée pendant la période allant de 1987 à 1998.

L'enquête réalisée en 2007 a ciblé des échantillons de population choisis à des endroits différents d'une même unité spatiale et dans les différentes catégories sociales pour mieux envelopper la diversité socio-économique de la population, l'analyse physique étant faite sur la totalité des sites urbains et ruraux.

calculé sur la base de la formule suivante:

$$T = \sqrt[n]{\frac{P1}{P0}} - 1$$

T est le taux global moyen annuel

P₀ est la population de départ (dans le cas du tableau ci dessus la population de 1987 ou pour l'actualisation de la population actuelle, la population de 1998)

P₁ est la population d'arrivée (soit la population de 1998 ou dans le cas de l'actualisation de la population actuelle celle de 2007)

n est le nombre d'années écoulées entre 0 et 1 soit 11 années pour le taux d'accroissement concernant la période 1987-1998 et 9 années entre 1998 et 2007(**Tableau 44**)

Tableau 44 : Estimation de la population en 2007 (Source : RGPH 2008)

Localisation	Population 1987	Population 1998	Taux d'augmentation 1987-1998	Population migratoire 1987-1998	Taux d'augmentation 1998-2007	Population 2007	population migratoire 1998-2007
Chef lieu	4385	7647	5,19	3,04	4,70	11560	3,04
Beni Yagoub	815	1586	6,24	4,09	0,61	1675	-1,05
El Hambli	-	968	-	-	0,36	1000	-1,30
Zaaroura	-	512	-	-	6,08	871	4,42
Zone éparse	5336	3156	-4,66	-6,81	2,51	3944	0,85
Total	10536	13869	2,53	0,38	3,59	19050	1,93

L'accroissement de la population est représenté par un taux global moyen annuel

La population de la commune de Ben Badis a connu, depuis 1987 un taux d'accroissement, relativement important, du fait de son attractivité accrue particulièrement depuis sa promotion au rang de chef-lieu de commune (nouvelle commune issue de la commune d'El khroub), lors du découpage administratif de 1984 et la création de la zone industrielle d'El Tarf.

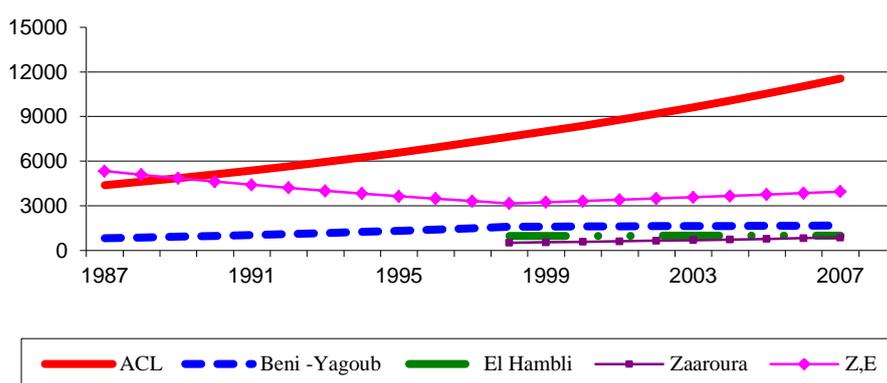


Figure 39: Evolution de la population de 1987 à 2007 par dispersion

L'accroissement, constaté à l'échelle de la commune, a été particulièrement important pendant les deux derniers recensements au niveau du chef-lieu avec une population qui s'est accrue de 24% en 11 ans et un taux d'accroissement de 5.19%.

Cet accroissement est représenté, d'une part, par un apport de population nouvelle découlant de l'accroissement naturel (naissances – décès) et par un apport migratoire important pendant cette même période, d'autre part.

Cet apport supplémentaire de population est orienté vers le chef lieu de commune eu égard à la concentration des équipements primordiaux et vers l'agglomération secondaire (Beni Yagoub) du fait de son attractivité relativement aux autres agglomérations secondaires où on trouve un minimum d'équipements dans un rayon pas trop éloigné des habitations.

La zone rurale a connu, à contrario des zones urbaines, une perte importante de population estimée à 2180 personnes, avec un taux de croissance négatif (-4.66%).

En outre, la promotion d'une mechta rurale, Beni yagoub, au rang d'agglomération secondaire a réduit sensiblement la zone rurale d'une partie de sa population et de son parc logement.

La possibilité d'obtention d'un logement incite les gens à s'installer en zone agglomérée, à chercher du travail pour y vivre, à scolariser leurs enfants, en quelque sorte à bénéficier des avantages sociaux que procure généralement une ville.

Mais, depuis 1998 à nos jours, l'attractivité du chef-lieu s'est poursuivie mais de manière plus ralentie, et ce, au profit de l'agglomération secondaire Zaaroura (nouvellement promue lors du recensement de 1998), qui a connu un développement urbain très important, se caractérisant par un accroissement démographique faisant gonfler sa population de 1998 de 40 personnes en moyenne par an et avec un solde migratoire positif de 4,42%.

Contrairement à l'attractivité du chef-lieu et de l'agglomération secondaire Zaaroura, les agglomérations secondaires Beni Yagoub et El Hambli ont enregistré une déperdition de population caractérisée par des soldes migratoires négatifs respectivement de (- 1,05 %) et (- 1,30%).

L'agglomération secondaire Beni Yagoub a donc connu un frein à sa croissance démographique, entre les deux derniers recensements de la population et de l'habitat (6,24 %). Son taux d'accroissement est estimé, entre les années 1998 et 2007 à 0,61% en moyenne par an.

L'agglomération secondaire El Hambli, nouvellement promue lors du recensement de 1998, se caractérise, elle aussi, par un taux d'accroissement très faible de 0,36% en moyenne par an.

Par contre, la zone éparse se caractérise par un taux d'accroissement de 2,51% qui est très élevé par rapport à celui de Beni Yagoub et de El Hambli et un solde migratoire positif de 0,85 %, ce qui signifie qu'il a un retour de la population autochtone.

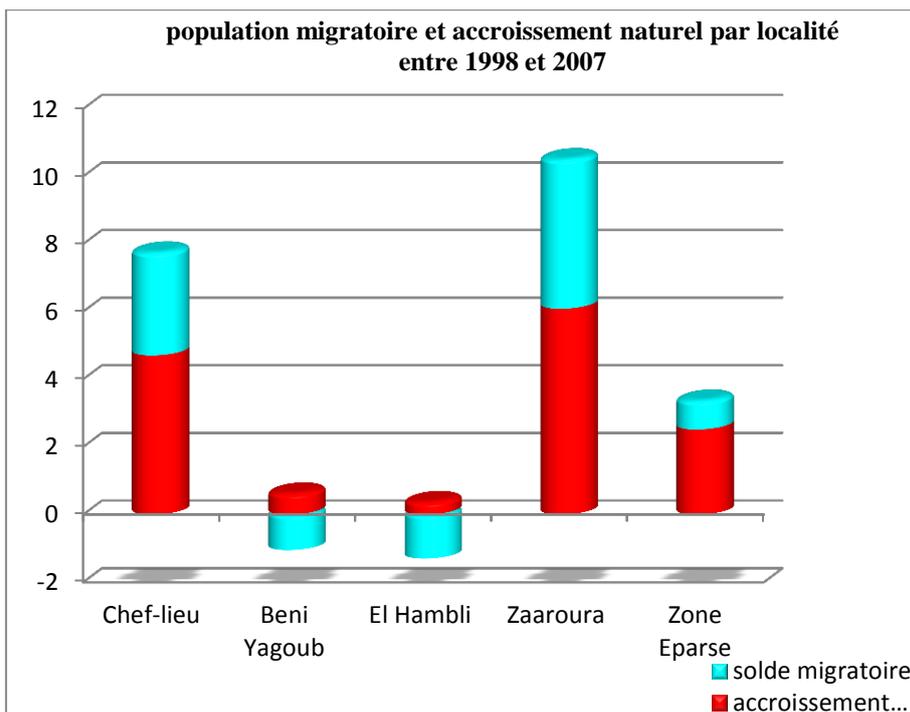


Figure 40 : population migratoire et accroissement naturel par localité entre 1998 et 2007

Ces mouvements de population au profit du chef-lieu et l'agglomération secondaire Zaaroura et même de la zone éparsée et au détriment des agglomérations secondaires Beni Yagoub, El Hambli sont parfaitement illustrés dans le tableau 51 avec un taux de population agglomérée qui passe de 49,35% en 1987 à 79,30% en 2007.

Tableau 45 : Evolution des taux d'urbanisation et d'agglomération de 1987 à 2007 (Source : RGPH 2008)

Localité	1987		1998		2007	
	Population	Taux (%)	Population	Taux (%)	Population	Taux (%)
Chef-lieu	4 385	41,62%	7 647	55,14%	11 560	60,68%
Beni Yagoub	815	7,74%	1 586	11,44%	1 675	8,79%
El Hambli	0	0,00%	968	6,98%	1 000	5,25%
Zaaroura	0	0,00%	512	3,69%	871	4,57%
Zone éparsée	5336	50,65%	3 156	22,76%	3 944	20,70%
Commune	10 536	100,00%	13 869	100,00%	19 050	100,00%

1.1.2. Structure de la population

1.1.2.1. Structure par âge et par sexe

L'intérêt de l'étude de la structure de la population est de faire ressortir les principales catégories composant la population de la commune de Ben Badis à savoir celle qui est scolarisable et celle en âge d'activité, afin de mieux cerner les besoins ressentis dans divers domaines.

La structure par âge et par sexe découle de l'extrapolation des résultats des recensements de la population et de l'habitat de 1987, donnés à l'échelle de la wilaya

(différenciant les zones urbaines des zones rurales) et de 1998, précisant la commune mais de manière globale, en se basant sur la population estimée en 2007.

Tableau 46 : Répartition des populations urbaines et rurales par tranches d'âges quinquennales en valeur relative par sexe (Estimation 2007) (Source : RGPH 2008)

Groupes d'âges	Zone urbaine			Zone rurale			Commune		
	M	F	T	M	F	T	M	F	T
0-4 ans	3,78	3,99	7,77	4,95	5,61	10,56	4,01	4,31	8,31
5-9 ans	6,83	6,33	13,16	9,02	7,45	16,47	7,25	6,54	13,80
10-14 ans	7,84	7,58	15,42	8,03	7,43	15,46	7,88	7,55	15,43
15-19 ans	6,75	6,54	13,29	5,83	5,35	11,17	6,57	6,31	12,89
20-24 ans	5,61	5,05	10,66	4,14	4,33	8,47	5,33	4,92	10,24
25-29 ans	4,25	3,97	8,22	4,14	3,83	7,97	4,42	4,04	8,46
30-34 ans	2,95	3,65	6,60	3,17	3,67	6,84	2,99	3,65	6,65
35-39 ans	3,31	3,77	7,08	3,46	3,69	7,16	3,34	3,76	7,09
40-44 ans	2,89	2,02	4,91	2,66	1,34	4,00	2,85	1,89	4,74
45-49 ans	2,09	1,37	3,46	1,56	1,10	2,66	1,99	1,32	3,31
50-54 ans	1,00	1,21	2,22	0,76	0,87	1,64	0,96	1,15	2,11
55-59 ans	0,93	0,93	1,87	0,70	0,74	1,44	0,89	0,90	1,79
60-64 ans	0,93	1,05	1,98	0,80	0,95	1,75	0,91	1,03	1,93
65 ans &+	1,86	1,50	3,36	1,90	1,09	2,92	1,87	1,41	3,27
Total	51,02	48,98	100,00	52,12	47,88	100	51,23	48,77	100

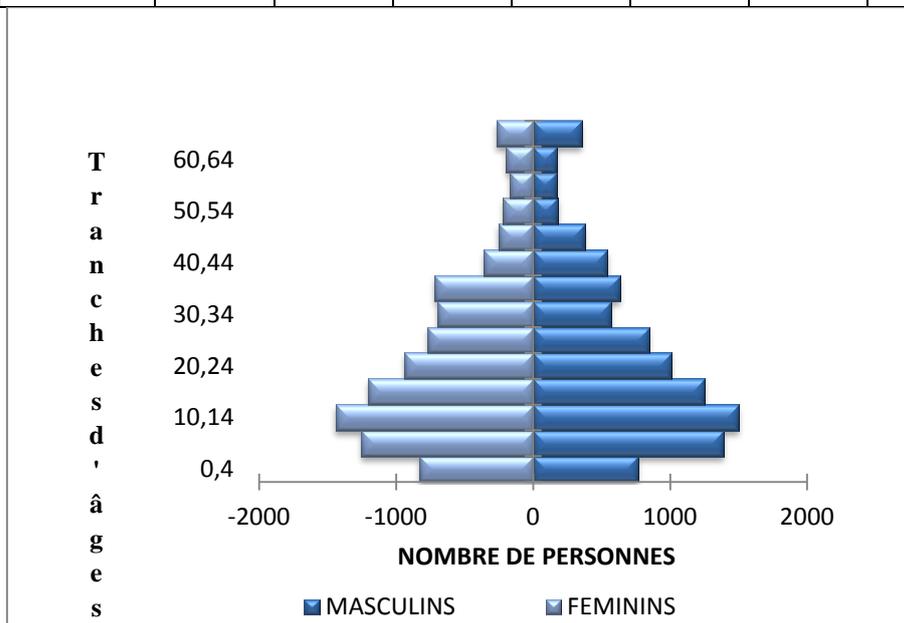


Figure 41: Pyramide des âges de la population communale de Ben Badis (estimation 2007)

La pyramide des âges de la population de la commune de Ben Badis se caractérise, à l'instar des autres communes du pays, par une base réduite comparativement aux pyramides des âges découlant des 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} RGPH, du fait de la baisse très importante du taux

d'accroissement naturel qui est passé de 3.14% par an entre 1977-1987 à 2.15% par an pendant la troisième période de 1987-1998.

1.1.3. La population scolarisée

Le bilan de la scolarisation permet de faire ressortir le niveau des équipements et leur capacité par rapport aux besoins réels de la commune.

Le rapport entre la population scolarisable et la population scolarisée, révèle l'écart existant entre les deux catégories de populations, traduit le déficit et exprime l'effort qui reste à faire dans le domaine scolaire.

La population scolarisée est déterminée à partir de la carte scolaire de l'année 2006-2007. Elle indique le nombre d'établissements des différents niveaux de scolarisation et leurs capacités.

Tableau 47: population scolarisée résidente dans la commune par dispersion (Source: RGPH 2008)

	Chef –lieu	Beni Yagoub	El Hambli	Zaaroura	Z.E	Commune
Primaire	1615	264	204	-	324	2407
Moyen	1429	-	-	-	-	1429
Secondaire et technique	403	-	-	-	-	403
Formation professionnelle	128	-	-	-	-	128
Total	3575	264	204	-	324	4367

La population scolarisée répartie dans les trois cycles de scolarisation de l'année scolaire 2006-2007 est composée de 4 367 élèves.

Les taux de scolarisation induits de la population scolarisable sont variables selon le cycle :

- Cycle primaire: 73%.
- Cycle moyen: 63%.
- Cycle secondaire et technique: 27%

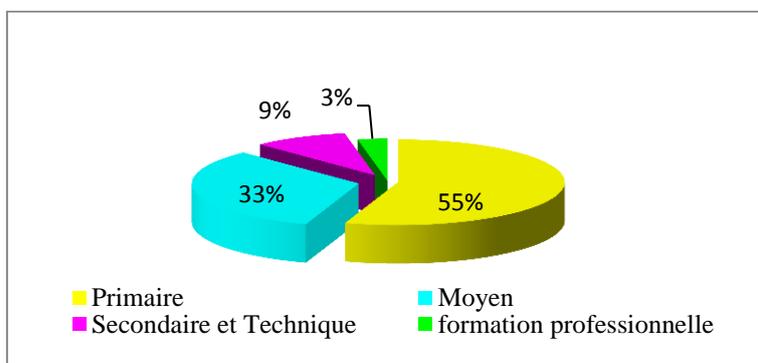


Figure 42 : Répartition de la population scolarisée selon le degré de scolarisation

I.1.4. La population en âge actif

Son examen est primordial quant à la planification spatiale de la commune parce qu'il fait ressortir tous les besoins en matière d'emploi et les superficies à dégager dans les phases qui succèdent.

Cette tranche de population représente le potentiel actif théorique apte à participer à la production des biens et des services.

Tableau 48: Population en âge de travailler par dispersion et par sexe (Estimation 2007) (Source : RGPH 2008)

Groupes d'âges	Chef lieu	Beni Yagoub	El Hambli	Zaaroura	Zone éparses	Commune
M	2 818	408	244	212	898	4 580
F	2 693	390	233	203	834	4 353
Total	5 511	799	477	415	1 732	8 933

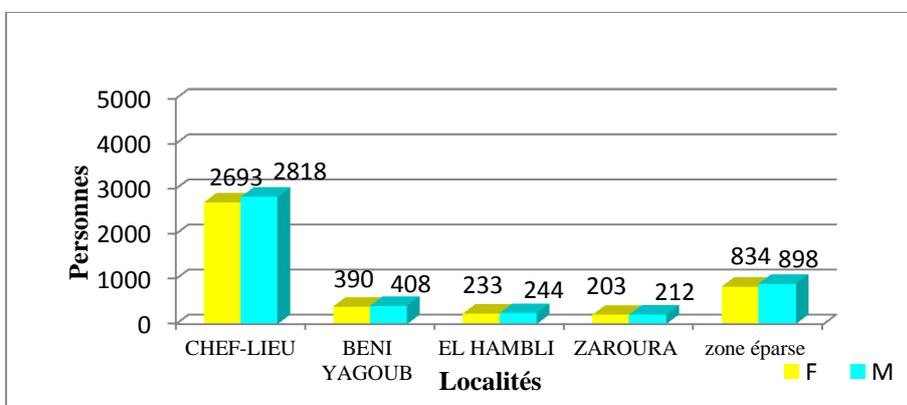


Figure 43 : Population en âge actif par sexe et par dispersion (Estimation 2007).

L'illustration montre que la population en âge actif est à prédominance masculine et qui représente 51,27% de cette tranche d'âges au même titre que la situation remarquée au niveau de la pyramide des âges à l'exception des tranches d'âges de 0-4 ans, 30-39 ans, et 50-64 ans.

1.1.5. Activité

L'analyse de l'activité (emploi et chômage) a été faite sur la base d'une extrapolation des sondages réalisés pour le chef lieu de la commune de Ben Badis et les trois (03) agglomérations secondaires (Beni Yagoub, El Hambli et Zaaroura), en plus de l'exploitation des données statistiques de la commune de Ben Badis (décembre 2006).

Tableau 49: Population active occupée et au chômage par dispersion (Estimation 2007) (Source : RGPH 2008)

Localités	Population				Taux		
	En âge actif	Active	Occupée	Chômeuse	Activité	Occupation	Chômage
Chef- Lieu	5 511	3 105	2 051	1 053	56,34%	37,23%	19,12%

Beni Yagoub	799	468	205	262	58,57%	25,71%	32,86%
El Hambli	477	286	120	166	59,99%	25,17%	34,82%
Zaaroura	415	241	138	102	57,93%	33,35%	24,58%
Zone éparse	1 732	945	450	495	54,57%	25,99%	28,59%
Commune	8 933	5 044	2 965	2 079	56,47%	33,20%	23,27%

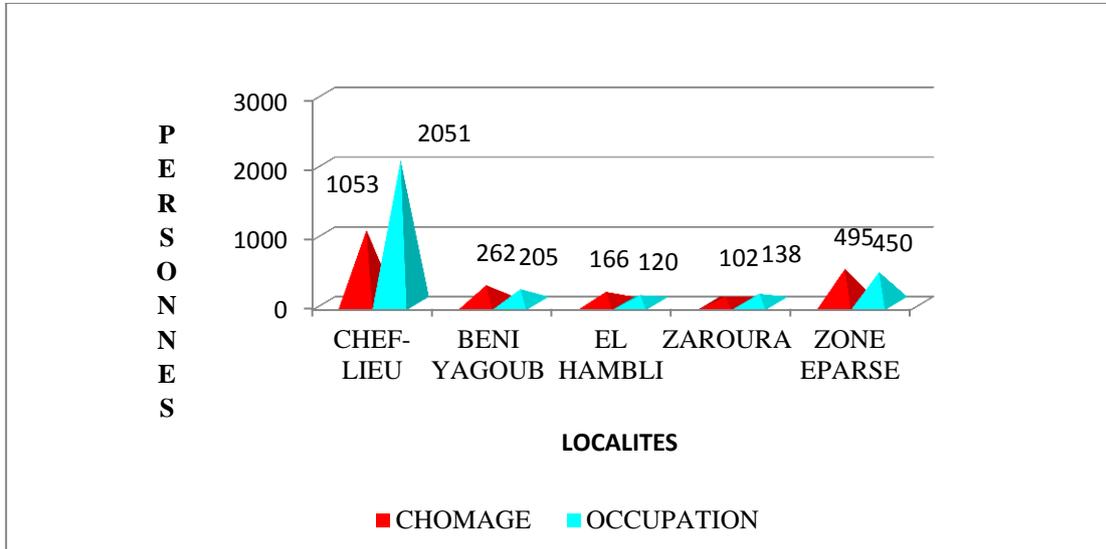


Figure 44 : Occupation et chômage par dispersion estimation 2007

Le graphique et le tableau présentés ci-dessus mettent en relief le potentiel actif qui participe au marché de travail et les besoins réels en matière d'emploi.

Les indices économiques dégagés pour la commune de Ben Badis révèlent une situation économique médiocre, voire inquiétante, dans les agglomérations secondaires (Beni Yagoub, El Hambli) et la zone éparse, illustrés par un nombre d'occupés inférieur au nombre de chômeurs. Les agglomérations chef-lieu et Zaaroura se caractérisent par un taux de chômage inférieur au taux d'occupation.

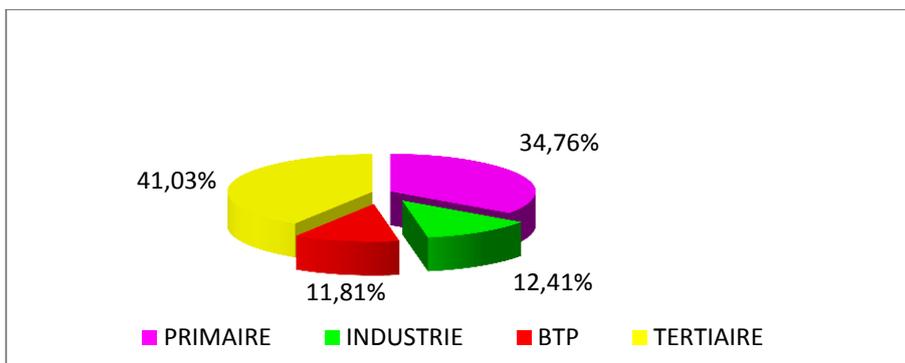


Figure 45: Répartition des occupés par branche d'activités économique (estimation 2007)

A l'échelle de la commune, le secteur tertiaire reste prédominant avec plus de 41,03 % d'emplois dans le domaine des administrations, des services et surtout du commerce (le bétail).

Le secteur des travaux publics intéresse 11,81% du taux global des occupés du fait de l'existence de plusieurs carrières (14) et les programmes de l'habitat rural lancés dans la commune.

L'emploi industriel est offert par la zone industrielle d'El Tarf, située à l'entrée Sud-Ouest de la commune Ben Badis.

Dans le secteur primaire, le nombre des agriculteurs, surtout des éleveurs de bétail, est plus élevé dans la zone éparsée où le taux des emplois atteint 66,44%. Ce secteur constitue donc un important secteur d'activité économique et occupe une main d'œuvre qui ne nécessite pas de qualification.

Dans le reste des agglomérations, on remarque une stagnation des emplois dans la branche agricole.

I.2. Commune de Zighoud Youcef

I.2.1. La population globale

Tableau 50: Estimation de la population par dispersion

Localité	Population 2003	Taux d'accroissement	Solde migratoire	population 2008
Chef-Lieu	27550	2	0	30420
Ksar Naadja	1110	5	3	1420
Mihoubi	2190	3,5	1,5	2590
Zone éparsée	3490	0	-2	3490
Commune	34340	2,00	0,00	37920

La baisse du taux d'accroissement naturel qui atteindra à court terme 2,00% par an du fait de la poursuite de la politique de limitation des naissances (planning familial), se perpétuera jusqu'à moyen terme et jouera en faveur du développement socio-économique de la commune.

La relance socio-économique de la commune se caractérisera par :

- le développement du chef-lieu qui connaîtra une nouvelle dynamique dans le domaine de l'emploi, de la résidence, des infrastructures et de la structure spatiale de la ville,
- la poursuite de la forte attractivité de Ksar Naadja enregistrée depuis 1998 compte tenu de la possibilité d'extension dans l'immédiat,
- la continuité de l'essor démographique de l'agglomération secondaire Mihoubi du fait de la possibilité de densification du site (cf : étude de POS).

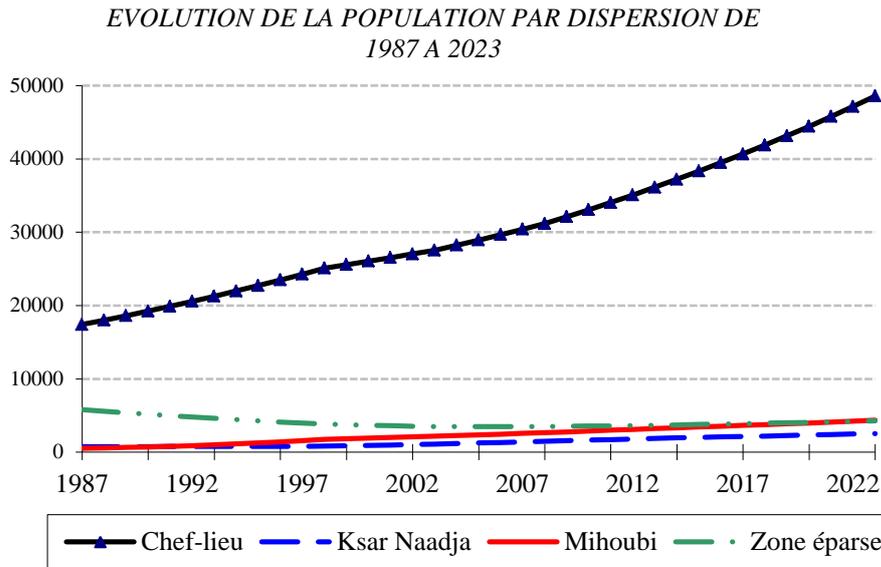


Figure 46: Evolution de la population par dispersion de 1987 à 2023

Le taux d'accroissement naturel annuel que la commune enregistrera entre 2003 et 2023 est estimé à 1.75% et concernera théoriquement une population nouvelle de 14240 personnes (soit en moyenne environ 710 par an) complémentairement à un apport migratoire de 9600 personnes (soit en moyenne 480 par an)

La commune de Zighoud Youcef et en l'occurrence son chef-lieu tiendra compte des grandes orientations suivantes :

- l'assurance de la stabilité des populations dans les zones fragilisées,
- l'encouragement de la résidence dans les agglomérations et notamment la ville de Zighoud Youcef, au travers de politiques axées sur le développement durable et l'amélioration de la qualité de la vie,
- le renforcement de l'attractivité du chef-lieu en favorisant l'équilibre économique et social en améliorant la qualité de la vie.

I.2.2. Les structures démographiques

La répartition de la population par grands groupes d'âges a été estimée sur la base du document du Ministère de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (M.P.A.T) intitulé « population algérienne résidente et population active résidente : prévisions provisoires de 1977 à 2008 ».

Les données tirées de ce document ont servi à appliquer la tendance prévue sur la base des données actualisées du recensement de 1998 à 2003

Pour les années 2013 et 2023 des extrapolations ont été faites pour permettre d'estimer de manière relativement correcte les sous-populations attendues à ces deux horizons.

C'est à partir de ces sous-populations que pourront être appréciées les prévisions des infrastructures qui devront être mises en place pour améliorer toutes les conditions de vie d'une population existante et future.

Tableau 51: évolution des grands groupes d'âges de 2003- 2023

Echéance	0-5 ans	6-11 ans	12-14 ans	15-17 ans	18-59 ans	60 ans et +	TOTAL
2003	10,98	14,19	7,38	6,00	54,46	6,99	100.00
2008	10,65	13,38	6,96	5,50	56,30	7,21	100.00
2013	10,32	12,57	6,54	5,00	58,14	7,43	100.00
2023	9,66	10,95	5,70	4,00	61,82	7,87	100.00

L'évolution démographique sera conforme aux objectifs démographiques souhaités et prévisibles dans le futur, résumés dans la baisse sensible de la natalité et une mortalité des personnes âgées limitée.

Ces grandes options se concrétiseront par :

- un plus faible accroissement de la population jeune,
- une évolution positive de la population adulte
- un plus grand vieillissement de la population

Les taux estimés des différents grands groupes ont été calculés pour la commune de Zighoud Youcef et appliqués à toutes les localités et la zone éparses.

Les taux des grands groupes d'âges, aux différents horizons se caractérisent par une évolution graduelle positive pour les groupes d'âges concernant les personnes adultes (de plus de 18 ans) et régressive pour les personnes de moins de 18 ans regroupées en 04 groupes d'âges.

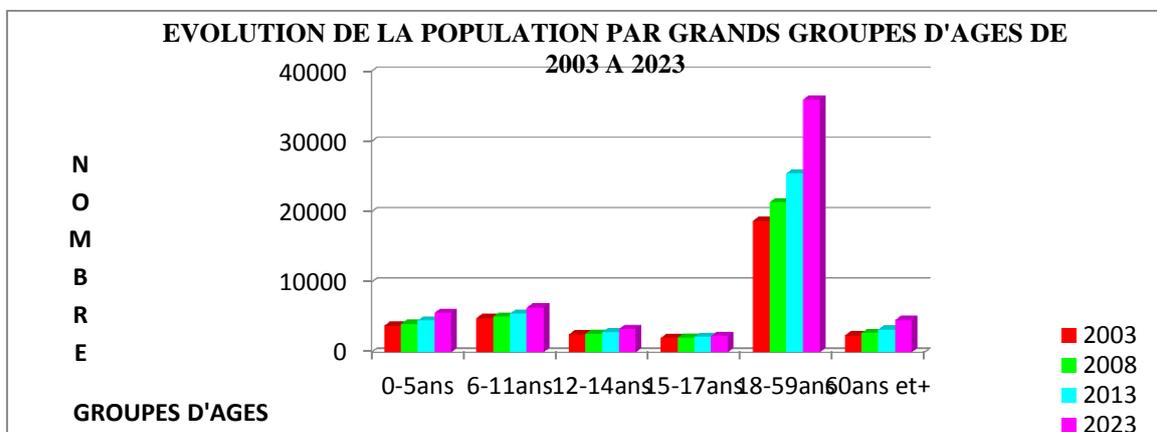


Figure 47: Evolution de population par grands groupes d'âge de 2003 à 2023

La population en âge de travailler qui est estimée actuellement à plus de 54% de la population globale représentera une part encore plus importante dans le futur où elle intéressera 61,82% de la population prévisible à long terme.

La grande proportion de cette catégorie démographique nécessitera la mise en place de plusieurs dispositifs pour satisfaire rationnellement ses besoins (logements, postes d'emploi.....).

Tableau 52: estimation de l'activité, l'emploi et le chômage

Localités	Population en âge actif	Population active	Population occupée	Population en chômage	Taux D'activité	Taux D'occupation	Taux de chômage
Chef-lieu	17127	8563	5464	3099	50,00%	31,91%	18,09%
Ksar Naadja	799	400	256	144	50,00%	32,00%	18,00%
Mihoubi	1458	729	379	350	50,00%	26,00%	24,00%
Zone éparsé	1965	1011	487	524	51,45%	24,78%	26,67%
Commune	21349	10703	6586	4117	50,13%	30,85%	19,28%

La population au chômage concernera moins de 20 % de la population en âge actif (contre 22,00 % estimée actuellement).

Cette baisse du taux de chômage se concrétisera dans un premier temps par une stagnation quasi-totale du nombre de chômeurs. Durant ces 05 prochaines années, seuls 02 chômeurs supplémentaires seront enregistrés à Ksar Naâdja.

Cette stabilisation du chômage à l'échelle de toute la commune, s'illustrera par une relance de l'emploi.

L'occupation enregistrera certes une baisse en valeur relative du fait que la population en âge actif sera représentée par une proportion plus grande de personnes retraitées et de personnes scolarisées (enseignements supérieur et professionnel), mais connaîtra un accroissement de son effectif.

En (2008), le nombre d'emplois nouveaux à créer au niveau de la commune de Zighoud Youcef sera de 680 répartis de la manière suivante :

- au chef-lieu : 521
- à Ksar Naadja : 57
- à Mihoubi : 102
- en Zone éparsé : 0

Cette relance économique se fera par :

- La dynamisation de l'ensemble des secteurs de l'économie en vue de développer l'emploi local et en veillant à ce que les activités soient compatibles avec les objectifs d'amélioration de l'environnement et de la qualité de la vie,

- Le développement de l'attractivité commerciale, culturelle et touristique de la ville en intégrant ces fonctions dans un zonage urbain cohérent,
- La réponse aux besoins sociaux, en particulier vis-à-vis des populations les plus fragilisées, en améliorant l'efficacité des systèmes éducatifs, de formation et en mobilisant les dispositifs d'action sociale et de santé,

Ainsi, les 680 emplois nouveaux estimés seront créés dans les différentes branches d'activité économique à l'intérieur des différentes zones :

a. au chef-lieu :

Les 521 emplois nouveaux seront répartis de la manière suivante :

- 50 % dans le secteur tertiaire qui se renflouera de 261 nouveaux emplois concentrés particulièrement dans les services,
- 25% des emplois nouveaux le seront dans la branche du B.T.P qui connaîtra une relance avec le développement des infrastructures (habitat, équipements et activités)
- 20 % des emplois nouveaux le seront dans la branche industrielle et une légère augmentation des emplois (création de 26 postes de travail) dans le secteur primaire

b. à Ksar Naadja :

Les 57 nouveaux emplois intéresseront particulièrement :

- le secteur primaire qui enregistrera 30 emplois supplémentaires,
- le secteur tertiaire avec 10 emplois nouveaux,
- le B.T.P avec 10 emplois nouveaux du fait du développement spatial de l'agglomération qui induira des emplois dans cette branche,
- la branche industrielle qui connaîtra une augmentation de 7 nouveaux emplois.

c. à Mihoubi :

102 emplois nouveaux doivent être créés pour stabiliser le nombre de chômeurs existants. Ces emplois seront répartis au niveau:

- de la branche du bâtiment et des travaux publics qui emploiera 1/3 des nouveaux employés,
- du secteur tertiaire par la création d'équipements manquants qui permettront de donner du travail à 1/3 des nouveaux employés,
- du secteur primaire qui emploiera 20 personnes, en plus de la branche de l'industrie grâce au programme de mise en valeur des terres agricoles et la possibilité de transformation des produits agricoles

d. En zone éparsé :

- A court terme, aucun nouvel emploi n'est prévu.

A l'échelle de la zone :

Les 681 emplois nouveaux seront répartis :

- à 42.14 % dans le secteur tertiaire
- 25.55 % dans le B.T.P
- 21.15 % dans l'industrie
- et 11.16 % dans le secteur primaire

Ainsi, à court terme, le chômage amorcera une baisse sensible dans sa proportion par rapport à la population en âge actif , concrétisée par le maintien du nombre de chômeurs dans leur effectif actuel.

Les nouveaux emplois seront créés au profit du secteur secondaire qui multipliera en 05 ans son effectif actuel par 04. Les occupés dans ces deux branches du secteur secondaire concerneront 6,35% de la masse travailluse à l'échelle communale (contre 1,70% en 2003).

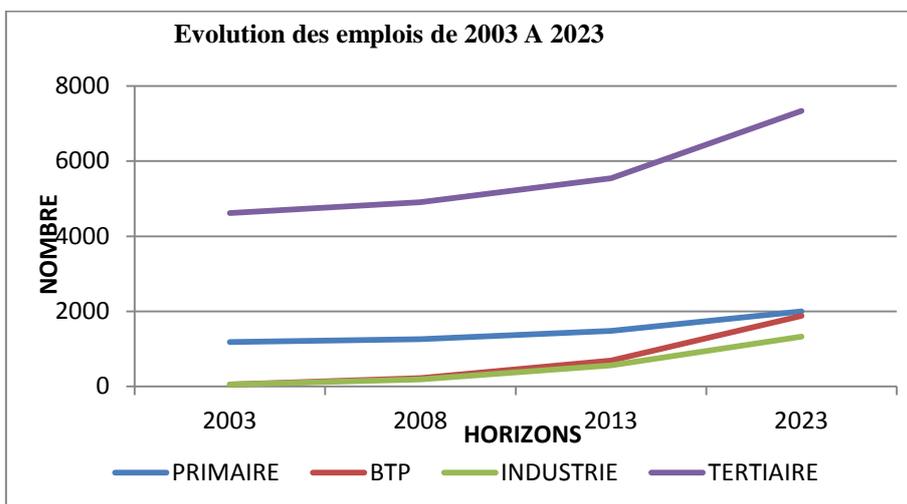


Figure 48 : l'évolution de l'emploi de 2003 à 2023

L'amélioration de la situation économique de la commune se concrétisera par un développement de la branche industrielle avec la création d'unités utilisant les produits locaux (bois, fruits et légumes, argile et cuirs....).

- La branche industrielle connaîtra en 20 ans un accroissement multipliant par 26 son effectif initial.
- Les emplois dans le bâtiment et les travaux publics amplifieront de 35 fois le nombre d'employés.
- Le secteur primaire enregistrera pendant cette période un accroissement du nombre de travailleurs dans l'agriculture, les forêts et la pêche de près de 70%.

Le secteur tertiaire perdra de sa dominance et diminuera de moins de 60 % par rapport à 2003, avec néanmoins, un apport nouveau de 2720 travailleurs.

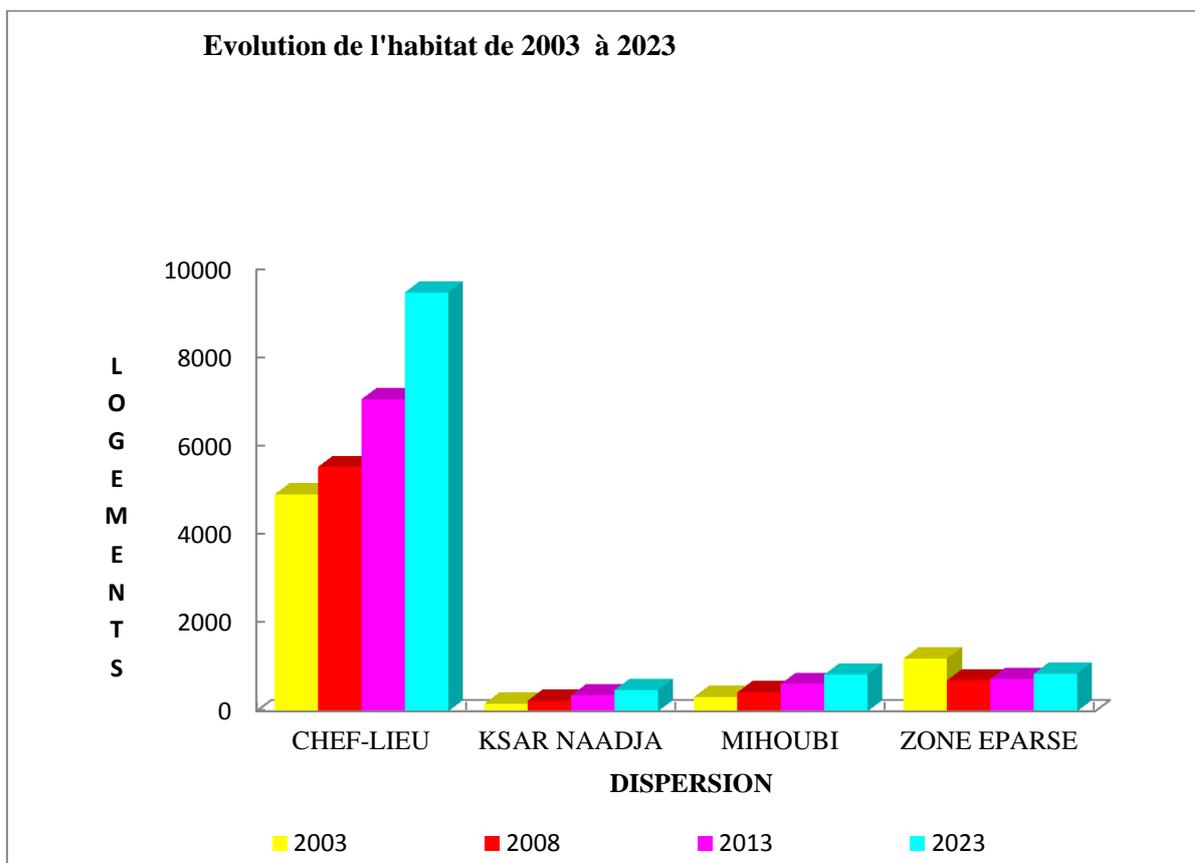
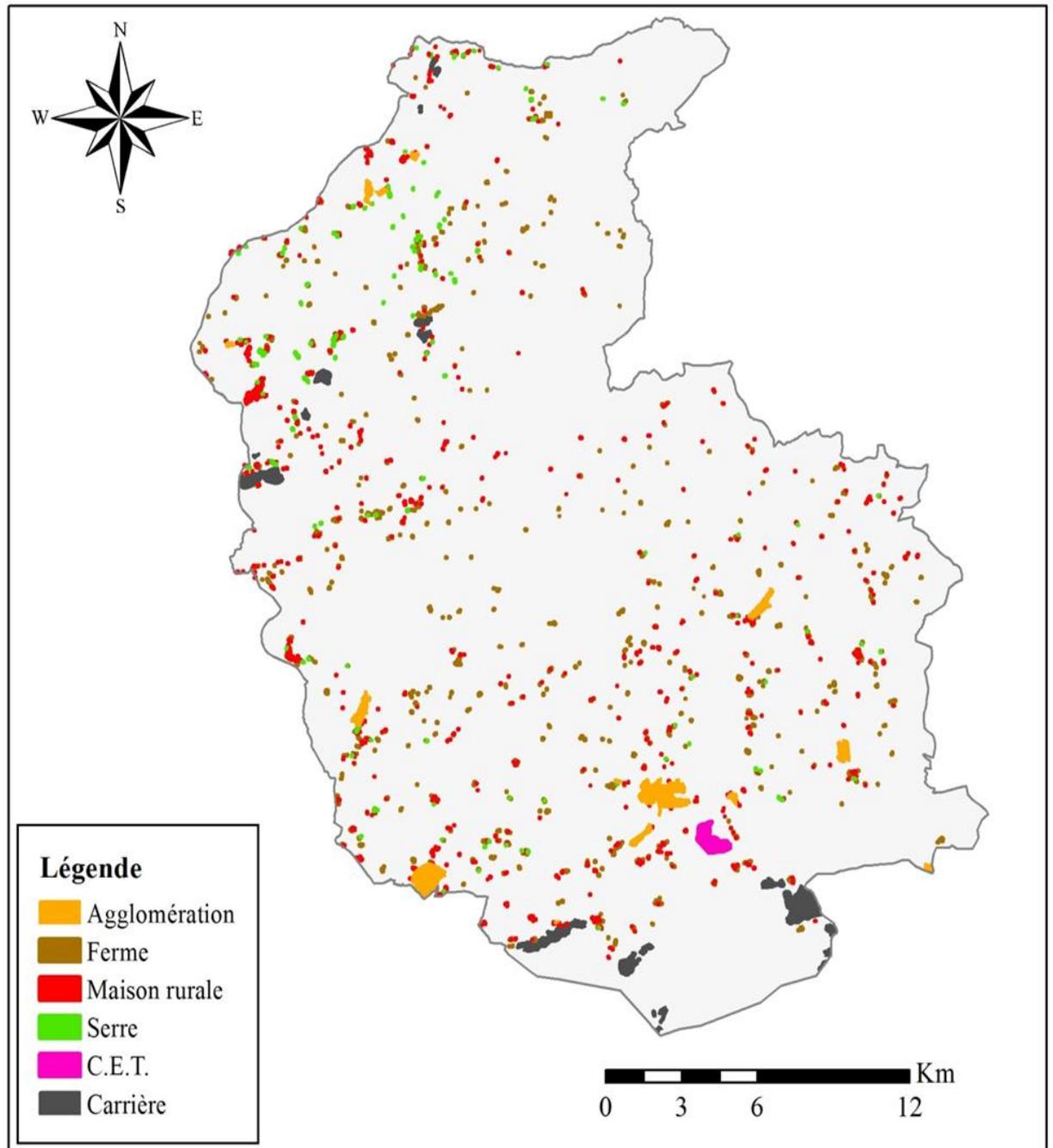


Figure 49 : Evolution de l'habitat de 2003 à 2023

Le grand nombre de logements vétustes constaté dans les différentes zones de la commune et particulièrement en zone éparse et leur résorption totale et définitive fait ressortir en 2023 un nombre de logements inférieur à celui de 2003 en zone rurale.

Tableau 53: la répartition du bâti dans la région de Djebel El Ouahch

Type	Nombre	Surface (ha)
Agglomérations	14	379,97
Fermes	927	65,35
Maison rurale	844	26,82
serres	147	10,72
C.E.T	1	68,22
Carrieres	13	459,52
Total	/	1010,6



Carte 19 : L'occupation du bâti dans la région de Djebel El Ouahch

II. valorisation des plantes aromatiques et médicinales (P.A.M)

La forêt en tant que gisement possédant d'innombrables richesses, est appelée à contribuer à l'effort national tracé, dans la mesure où la valorisation des différents produits forestiers qu'elle renferme ne peut qu'apporter des plus values respectables, que ce soit pour les populations riveraines ou pour l'économie nationale.

La politique forestière, au vu des multiples richesses que la forêt possède, notamment les plantes forestières non ligneuses (PFNL) et au vu de la demande croissante pour cette

ressource, doit encourager la valorisation de cette ressource, d'une manière réglementée et organisée.

Les richesses que constituent ces plantes ont toujours été exploitées historiquement par les riverains d'une manière traditionnelle et informelle et par les habitants de la forêt pour l'usage local.

Par conséquent, il est urgent et indispensable de mettre en place des modalités réglementaires pour une meilleure régulation d'exploitation de ces espèces (PAM).

Les PAM, véritable ressource économique nationale peuvent jouer un rôle important pour les populations rurales et contribuer à l'amélioration de leurs conditions de vie.

II.1. Fiche techniques des (P.A.M)

II.1.1. Pin Pignon

Pin pignon ou **Pin Parasol** est également appelé "**Pin Pinier**".

Originaire du Bassin Méditerranéen, le pin parasol est de croissance très lente et peut vivre jusqu'à 250 ans. Jeune, il ressemble à une boule, puis ses branches ascendantes s'étalent peu à peu pour former un véritable parasol. Il est monoïque, c'est-à-dire que les fleurs mâles et les fleurs femelles sont différentes mais poussent sur le même arbre.

De culture facile, il est un peu frileux et convient plus pour les régions à climat doux. Le tronc présente une écorce brun rougeâtre et assez craquelée. Le bois du pin parasol, qui est léger, est souvent utilisé en construction maritime.

Les cônes ou pommes de pin ou pignes mesurant entre 6 et 12 cm de long, sont de forme ovoïde, de couleur brune et mettent trois ans à mûrir. Lorsque ils sont mûrs, ils laissent tomber des graines, des pignes, qui contiennent une sorte d'amande comestible, le pignon de pin. Ce dernier possède un goût très fin et il est souvent utilisé en pâtisserie mais agrmente également des plats salés comme les salades.

Nom latin : Pinus Pinea

Origine : Bassin Méditerranéen

Type de végétation : Conifère ornemental semi-rustique. Il tolère des températures allant jusqu'à -10°C. Il peut supporter des températures légèrement inférieures mais pendant une courte période.

Type de feuillage : Aiguilles persistantes, épaisses, rigides, vrillées, de couleur verte, très légèrement bleutée.

Mode de multiplication : Semis et greffe.

Destination : Isolé ou en groupe de 50 à 60 arbres par hectare.

Qualité du sol : Profond, frais, léger et bien drainé. Il faut éviter les sols calcaires.

Exposition : Ensoleillée.

Hauteur : 10 à 15 mètres voire plus avec une croissance très lente.

Espacement : Son envergure est de 10 mètres à l'âge adulte mais il a un développement très lent.

Culture et Entretien : Il faut effectuer les semis au printemps, après une stratification des graines tout l'hiver dans du sable. Les greffes s'effectuent au printemps. Les plantations se font du mois de mars au mois d'avril.

Période de floraison : Petites fleurs du mois de mai au mois de juin. Les fleurs mâles sont des sortes de chatons, alors que les fleurs femelles ressemblent à des petits cônes.

Couleur : Jaune doré pour les fleurs mâles et jaune verdâtre pour les fleurs femelles.

Période de Récolte : Les pignons de pin se récoltent lorsque les pommes de pin sont bien mûres et s'ouvrent toutes seules. Généralement, la récolte s'échelonne de la fin de l'été jusqu'au début du printemps.

L'entrée en production de l'espèce se situe en moyenne vers l'âge de 20-25 ans, parfois moins, selon la station dans laquelle se trouve la plantation.

Usage et intérêts :

-Très recherché pour ses graines qui sont utilisées dans les préparations culinaires, gâteaux, et pâtisseries.

-L'huile essentielle est très utilisée en pharmacologie, cosmétiques et autres.

II.1.2. Lentisque

Le Pistachier Lentisque est également appelé "Arbre à Mastic". C'est une plante méditerranéenne que l'on rencontre fréquemment dans les maquis et les garrigues. Dioïque, ses fleurs mâles et femelles sont donc sur des pieds différents. Il sert de porte-greffe au pistachier (*Pistacia Vera*).

Les fleurs donnent naissance à des petites drupes qui contiennent une graine comestible. Ces graines ressemblent aux vraies pistaches mais sont beaucoup trop petites pour pouvoir être consommées.

De l'écorce du pistachier lentisque, on extrait une résine appelée "Gomme à Mastic" d'où un de ses noms. C'est une résine très aromatique qui devient dure lorsqu'elle se trouve à l'air libre. Autrefois, dans l'Antiquité cette gomme était utilisée comme une sorte de chewing-gum. De nos jours la gomme est surtout employée en confiserie, pour la confection des liqueurs mais également dans la cosmétologie.

Le bois du pistachier lentisque est très légèrement rosé, ce qui en fait un bois recherché par les ébénistes.

Nom commun masculin : Pistachier Lentisque

Nom latin : *Pistacia Lentiscus*

Famille : Anacardiacees

Type de feuillage : Feuilles longues coriaces, brillantes, odorantes, persistantes et vert clair.

Mode de multiplication : Semis et bouturage.

Qualité du sol : Il tolère tous les sols, même secs à condition qu'ils soient drainés.

Exposition : Mi- ombre à ensoleillée. Il apprécie toutes les expositions chaudes.

Hauteur : 100 à 300 cm avec une croissance assez lente.

Espacement : 150 à 200 cm.

Culture et Entretien : Les semis s'effectuent au printemps à une température entre 10 et 15°C. Avant de les semer il faut entreposer au frais (en réfrigérateur) les graines pendant 2 mois. La méthode de multiplication la plus utilisée est le bouturage. Les bouturages herbacés de tiges se font au mois de juillet. La plantation s'effectue en automne. Une taille de mise en forme est à effectuer au mois de janvier ou février.

Période de floraison : Petites grappes de fleurs du mois d'avril au mois de juin, mais la floraison est relativement insignifiante.

Couleur : Rougeâtre.

Période de récolte : De la fin de l'été à l'automne, selon les conditions climatiques.

Récolte des baies à maturité, des feuilles, de la gomme (ou mastic de lentisque).

Usage et intérêts :

-Extraction des huiles essentielles à partir des baies. Ses huiles sont très utilisées en médecine traditionnelle courante, en cosmétique, et diverses autres utilisations.

-Récolte de la gomme pour des utilisations modernes

-Production de bois utile pour les riverains

II.1.3. Romarin

Le Romarin est originaire des régions méditerranéennes et cultivé depuis l'Antiquité. La floraison du romarin est très mellifère et attire les abeilles et les insectes pollinisateurs. Les abeilles en sont friandes et elles confectionnent avec, un excellent miel très parfumé. Le romarin entre depuis longtemps dans la pharmacopée.

Nom latin : *Rosmarinus Officinalis*

Famille : Lamiacées

Type de végétation : Vivace arbustive, buissonnante et condimentaire. Très rustique

Type de feuillage : Feuilles persistantes vert foncé, coriaces et odorantes.

Mode de multiplication : Semis, bouture et division

Qualité du sol : Humifère, humide et drainé. Il apprécie les sols légèrement sablonneux et les sols arides et calcaires.

Exposition : Ensoleillée et chaude. Il apprécie d'être installé près d'un mur qui lui restituera régulièrement la chaleur.

Hauteur : 60 à 150 cm.

Espacement : 100 cm en tous sens.

Culture et Entretien : Il est recommandé d'effectuer les semis du mois d'avril au mois de juin puis repiquer en pleine terre et en place en automne. Les semis peuvent également être effectués directement en pleine terre à partir du mois de mai. Les graines peuvent être récupérées sur des fleurs fanées et séchées pour les futurs semis. Elles conservent leurs facultés germinatives pendant quatre ans.

La meilleure méthode de multiplication est le bouturage. Les boutures semi-ligneuses se réalisent du mois de juin au mois de septembre et les boutures ligneuses du mois de novembre au mois de février.

Les jeunes plants, installés en automne doivent être protégés de l'humidité et surtout des premières gelées.

Période de floraison : elle est entre le mois de février et le mois de mai en forme de petites fleurs groupées qui apparaissent en épis en haut des tiges.

Couleur : Blanche, bleue, rose, violette.

Période de récolte : La récolte s'effectue toute l'année au fur et à mesure des besoins. Il est à noter que les récoltes effectuées avant la floraison sont plus aromatiques.

Rendement en huile essentiel (HL) : 100g de feuille de romarin donne 0.76% des HL (l'eucalyptol (41.61%), Camphène (4.52)....)

Intérêts et usages :

-Anti-inflammatoire, antiseptique, antispasmodique, astringent, carminatif, stimulant, tonique cholagogue, vermifuge, diurétique. Produits de beauté, savons.

-Le miel de romarin : troubles digestifs et hépatiques.

-Les feuilles fraîches, séchées ou réduite en poudre : condiment.

II.1.4. Caroubier

Le caroubier (*Ceratonia siliqua L.*) est une espèce d'arbres dioïque de la famille des fabacées, originaire des régions méditerranéennes. Il est cultivé dans les régions méditerranéennes pour son fruit, la caroube.

Le caroubier est un arbre mesurant de cinq à sept mètres de hauteur et pouvant atteindre exceptionnellement quinze mètres. Sa longévité peut atteindre 500 ans.

Les fleurs, très petites, constituées d'un calice pourpre sans corolle, sont réunies en grappes axillaires cylindriques. Elles apparaissent d'août à octobre.

Les fruits, appelées « caroubes », sont des gousses pendantes de dix à trente centimètres de long sur un et demi à trois centimètres de largeur, d'abord vertes, elles deviennent brun foncé à maturité, en juillet de l'année suivante. Elles sont coriaces, épaisses et indéhiscentes.

Culture

Le caroubier ne résiste que très peu au froid (environ - 5 °C). Le caroubier est une espèce dioïque. Il donne vers l'âge de quinze ans des fruits comestibles et sucrés (en septembre/octobre): Les caroubes.

Un arbre en pleine production peut fournir entre 30 à 50 kg de caroubes par an pour les arbres sauvages et 75 à 125 kg pour les arbres greffées. Sa Valeur fourragère est de 0.3 UF / kg de matière sèche pour les Feuilles et de 1.15 UF/ kg de matière sèche pour les Fruits.

C'est une espèce agro-sylvo-pastorale ayant d'énormes intérêts socio-économiques et écologiques. Grâce à son aptitude à développer différentes stratégies d'adaptation aux contraintes hydriques, cet arbre s'installe favorablement dans les zones arides et semi-arides.

Tout comme l'olivier, il est devenu un élément important et essentiel dans l'agriculture d'un grand nombre de pays dans le monde, notamment l'Espagne, l'Italie et le Portugal.

Usage et intérêts

La caroube (gousse) est considérée comme aliment très riche en sucres et d'autres substances très nutritives, à la fois pour l'homme et aussi pour les animaux comme apport énergétique très important. Il peut être utilisé en pharmacologie, comme anti-diarrhée (usage médicinal).

La valorisation du caroubier

- Établir un état des lieux du caroubier, en particulier les pays concernés par sa culture, les superficies cultivées, la quantité de production de la gousse et des graines par pays.
- Réaliser une recherche ethnobotanique sur l'utilisation des différentes parties du caroubier en médecine traditionnelle.
- Mise à jour des données physicochimiques et analytiques réalisées sur les différents constituants de la caroube.
- Optimisation des procédés d'extraction de la pulpe et des graines du caroube.
- Recherche d'un nouveau procédé de décorticage des graines.
- Mise au point d'un procédé d'extraction des tanins de la pulpe de la caroube.
- Etude de l'activité antioxydante des tanins extraits de la pulpe.

- Evaluation du profil antiseptique des tanins extraits de la pulpe vis-à-vis des microorganismes
- Evaluation du profil antimicrobien des tanins condensés de la pulpe vis-à-vis des microorganismes
- Etude toxicologique des extraits tanniques des tanins extraits de la pulpe.

Tableau 54: les principales plantes aromatiques et médicales (P.A.M) dans la région de Djebel El Ouahch

Espèces (Nom Commun)	Nom scientifiques	Famille	Localisation	Densité à hectare	Production par arbre	Observation
Pin Pignon	<i><u>Pinus pinea</u></i>	Pinacées	Djebel El Ouahch	25 à30 arbres	20 à 25 Cônes	La nécessité de valoriser les graine et les fruits de cette espèce (espèce de commercialisation du premier choix)
Caroubier	<i><u>Ceratonia siliqua</u></i>	Légumineuse cisalpinée	Espèce peu développé. Il se trouve dans des parcelles particulières.	Espacement/5- 6m entre les pieds	40 à 100kg	Mérite son extension par la création de véritable verger (agroalimentaires)
Romarin	<i><u>Rosmarinus officinlis</u></i>	Labiée	Plantation des bordures	Espacement : 100 cm en tous sens.	100 kg	Il à besoin d'une valorisation autant qu'une espace aromatique et médicinale
Lentisque	<i><u>Pistacia lentiscus</u></i>	Anacardiacées	Il se trouve dans l'air du chêne liège	50 à 60 arbres	2.5 kg	L'huile de baie de lentisque est traditionnellement appréciée pour ses usages thérapeutiques dans le traitement des ulcères de l'estomac, des bronchites, ainsi que la cicatrisation des plaies.

II.2. La répartition de plantes aromatiques et médicinale dans la région de Djebel El Ouahch selon leur utilisation

Les espèces médicinales occupent la première place avec 95%, suivies des espèces aromatiques et médicinales (4%) et en dernière position viennent les espèces aromatiques (1%).(Figure 53)

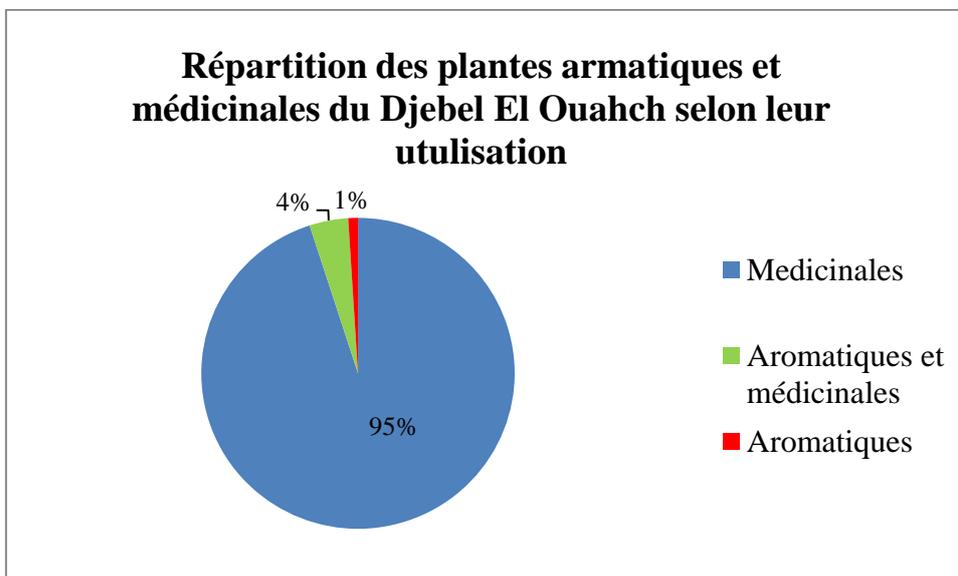


Figure 50 : la repartition des plantes aromatiques et médicinales du Djebel El Ouahch selon leur utilisation

Les plantes aromatiques et médicinales ont de nombreuses utilisations. Elles sont employées, soit sous leur forme naturelle comme condiment et en pharmacopée traditionnelle, soit pour en extraire le principe actif recherché par les industries pharmaceutiques, cosmétiques et alimentaires.

Afin d'œuvrer pour la valorisation de ce secteur, il est indispensable d'intensifier les efforts pour adapter la filière aux évolutions du contexte national et international. Sur les nombreuses espèces aromatiques et médicinales économiquement et potentiellement exploitables, il y'a que peu d'espèces utilisées dans le domaine aromatique.

L'exploitation de ce patrimoine souffre d'un manque de connaissances précises en ce qui concerne les potentialités existantes, la caractérisation chimique et biologique, les techniques d'exploitation, les techniques culturelles et les possibilités de leurs utilisations.

III. Potentialités en ressources forestières

Avec une superficie communale de 31520 ha environ, les forêts occupent 22 % l'équivalent de 6464 Ha du territoire de la commune. Cet écosystème est très diversifié et à haut potentiel productif notamment les forêts d'El Hambli, Tarfana, El Biair qui abritent un important potentiel floristique d'intérêt écologique.

Ce patrimoine d'une ampleur marquée jouait un rôle primordial dans la protection des terres contre toute forme d'érosion et l'équilibre de ces milieux fragiles contre toute forme de dégradation.

Les conditions géomorphologiques et bioclimatiques qui prévalent dans chaque zone, sont déterminantes dans la distribution des espèces.

La strate arborée est dominée par les reboisements de chêne liège et pin d'Alep qui se rencontrent à El Hambli et El Biair et représentent environ 58% de l'espace forestier.

Le maquis vient en seconde position avec 17 % de la surface forestière.

Le peuplement naturel, constitué principalement de chêne liège avec 9% de la superficie forestière, se trouve concentré à Tarfana

Quant au peuplement artificiel (pin d'alep), introduit par divers reboisements, il occupe environ 49 % de l'espace forestier, tandis que les autres peuplements sont moins importants

La situation des forêts et leurs consistances sont résumées dans les tableaux suivants:

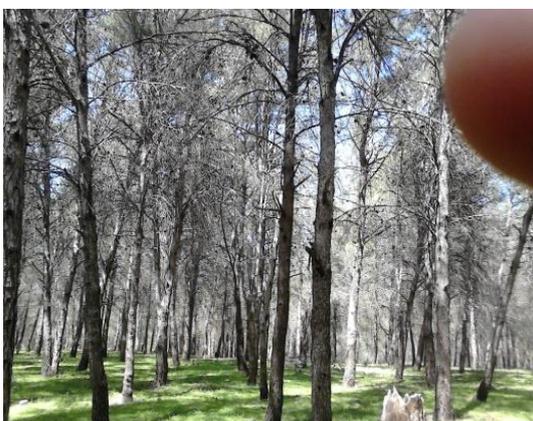


Photo 15: Forêt de Beni Yagoub

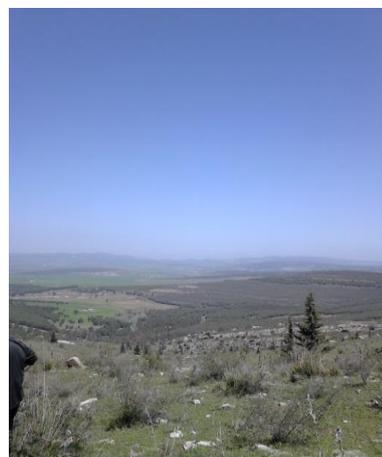


Photo 16: Forêt d'El Hambli

Tableau 55 : Répartition de surfaces forestières

Forêts	Maquis	Autres	Terrains vides	Total
4 173 ha	1 192 ha	-	1 599 ha	6 964ha
59,92%	17,11%	-	22,97%	100%

La production forestière est axée actuellement sur l'exploitation des peuplements de chêne liège (grandes ressources de la région), les peuplements d'Eucalyptus et du sous-bois.

La production du liège dans la commune est estimée à 1 500 quintaux en 2005 et 08 m³ du bois d'industrie.

Tableau 56 : Répartition par espèce des superficies forestières

Destination		Superficie (Ha)	Taux (%)	Observation
Forêts naturel	Chêne liège	600	9%	-
	Chêne zeen			-
	Pin maritime			-

	Maquis	1 192	17%	-
	TOTAL	1 792	26%	-
Forêts artificielles	Eucalyptus			-
	Pin d'Alep	3 404	49%	-
	Acacia			-
	divers	1 599	23%	Terrain vide à location forestière
	Pin pignon	169	2%	-
	Chêne liège			-
	Total	5 172	74%	-
	Total général	6 964	100%	-

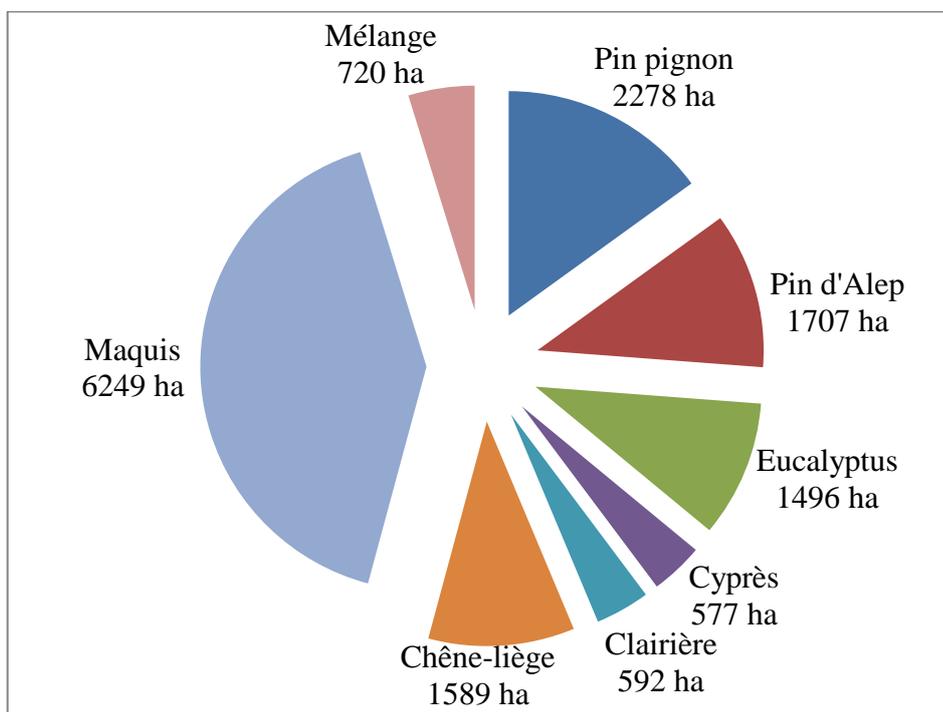


Figure 51: la surface occupée par les espèces forestière dans la région de Djebel el Ouahch

Le problème majeur que rencontre le secteur forestier est le relief accidenté de la commune dont les pentes sont importantes, engendrant des risques d'érosion,

Malgré l'importance de son étendue et la diversité de sa richesse, le patrimoine forestier demeure très faiblement exploité.

A cet effet et dans le but de préserver et rentabiliser les ressources forestières, les services des forêts ont entamé en 2006 les opérations suivantes :

- Reboisement des zones dégradées à El Biair : 100Ha
- Repeuplement à TARFANA : 100 Ha
- Aménagement de pistes à Haddadj-Tarfana sur 17Ha

- Forêt de Draa Naaga : 2177 ha soit 21 %.
- Didouche Mourad : sa composition végétale est formée de maquis avec une superficie de 200 ha et 700ha de forêt.
- Dans la commune de Zighoud Youcef ; forêt, maquis et broussailles : 2937 ha soit 12,63%.
- La région Beni Yakoub, d'une superficie 56 Ha est dominée par le Pin d'Alep.
- Kef Lakhal, d'une superficie de 179 Ha est dominé par le Pin Pignon.
- Matlaguen, avec une superficie de 860 Ha, dominée par le Pin d'Alep et le Pin Pignon.
- El Biar, d'une superficie de 1876 Ha : mélange de chêne liège et le Pin Pignon.
- Sidi El Houes, d'une superficie de 1666 Ha dominée par l'espèce de chêne liège.
- Charchara d'une superficie de 1362 Ha dominée par l'espèce de chêne liège
- Oum Settas, d'une superficie de 2456 Ha, Maquis de chêne vert.

IV. Potentialité agricole

IV.1. La production agricole dans la zone d'étude

IV.1.1. Les gros élevages

L'élevage occupe une place prépondérante dans l'économie agricole de la commune d'bn Badis. Le nombre élevé des ovins et des bovins (tableau 63) confirme la vocation pastorale de la commune. Cette région est constituée essentiellement de parcours.

L'élevage est fonction de la production végétale et implique des disponibilités en matière de fourrages avec l'utilisation des surfaces en jachère.

L'espèce ovine constitue l'essentiel des effectifs avec plus de 74,64 % de l'ensemble du cheptel et produit 19656 kg de laine.

Tableau 57: Nombre d'animaux élevés (Source BNEDER + P.D.A.U 2014)

Bovins	8 000
Ovins	9 600
Aviculture chair	59 500
Aviculture ponte	8030
Ruches	714

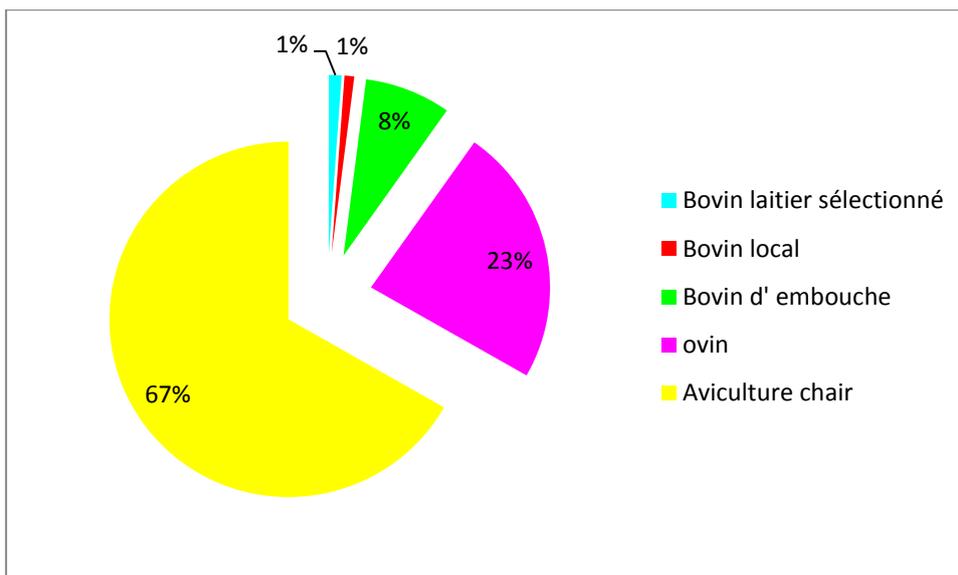


Figure 52: Production animale de la région de Djebel Ouahch

En ce qui concerne la production animale, on estime 51,52 T de viande rouge répartie entre 17, 70 T de bovines et 33,55 T des ovines et 2199 960 litres de lait repartis comme suit :

-2 061 400 litres de lait de vache.

-6 720 litres de lait de chèvre.

-131 840 litres de lait de brebis.

IV.1.2. Les petits élevages

La région se caractérise aussi par son petit élevage qui a subi une dégradation importante. La production se répartit comme suit :

- Répartition de la production animale (Dindes et Poulets de chair)

La production de dindes et poulets de chair dans la région de Djebel Ouahch est représentée dans le tableau 64.

Tableau 58: Répartition de la production animale (Dindes et Poulets de chair) (P.D.A.U 2013)

Nombre de bâtiments	Superficie totale (M ²)	Capacité instantanée	Effectif mis en place		Effectif commercialisé	
			Poulets de chair	Dindes	Poulets de chair	Dindes
15	4 080	20 800	16 000	6 300	16 690	5 498

La dégradation du petit élevage s'est répercutée sur entre autres la production en œufs.

L'effectif commercialisé est de 13 188 entre poulets de chair et de dindes soit l'équivalent de 383,78 qx de viande blanche.

- 385 ruches produisent 1 150 kg de miel.

La situation de la production animale est illustrée dans le tableau ci-après.

Tableau 59: Bilan de la production animale (année 2005-2006) (source **BNEDER**) **
BNEDER et P.D.A.U 2013

Espèce	Gros élevage			Petit élevage		
	Viande rouge (Tonnes)	Lait (litres)	Laine (Kg)	Viande blanche (qx)	Œufs (10+3 Unité)	Miel (Kg)
Nombre	51,52	2 199 960	19 656	383,78	-	1 150

IV.1.3. Les productions agricoles dans la zone

Tableau 60 : Utilisation de la surface agricole utile

DESIGNATION	Superficie en ha	%
Grandes cultures	5.766	52
Céréaliculture extensive	5.020	45.5
Maraichage	28	0.3
Arboriculture	75	0.7
Bocage	156	1.5
Total	11.045	100

Les grandes cultures occupent plus que la moitié de la S.A.U (52%). La céréaliculture extensive vient en 2^e position avec 45.5 %. Les maraîchages comme l'arboriculture n'occupent qu'une superficie très réduite.

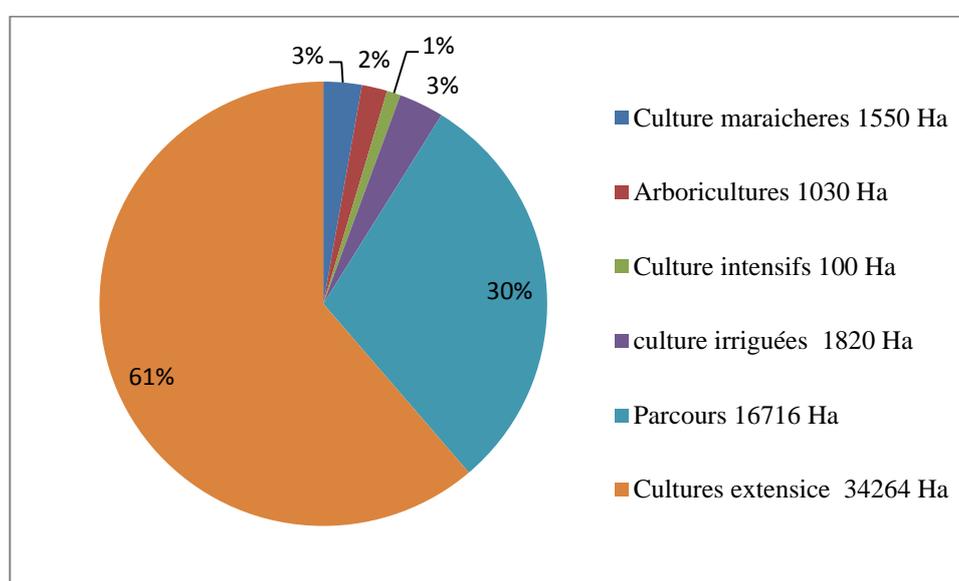
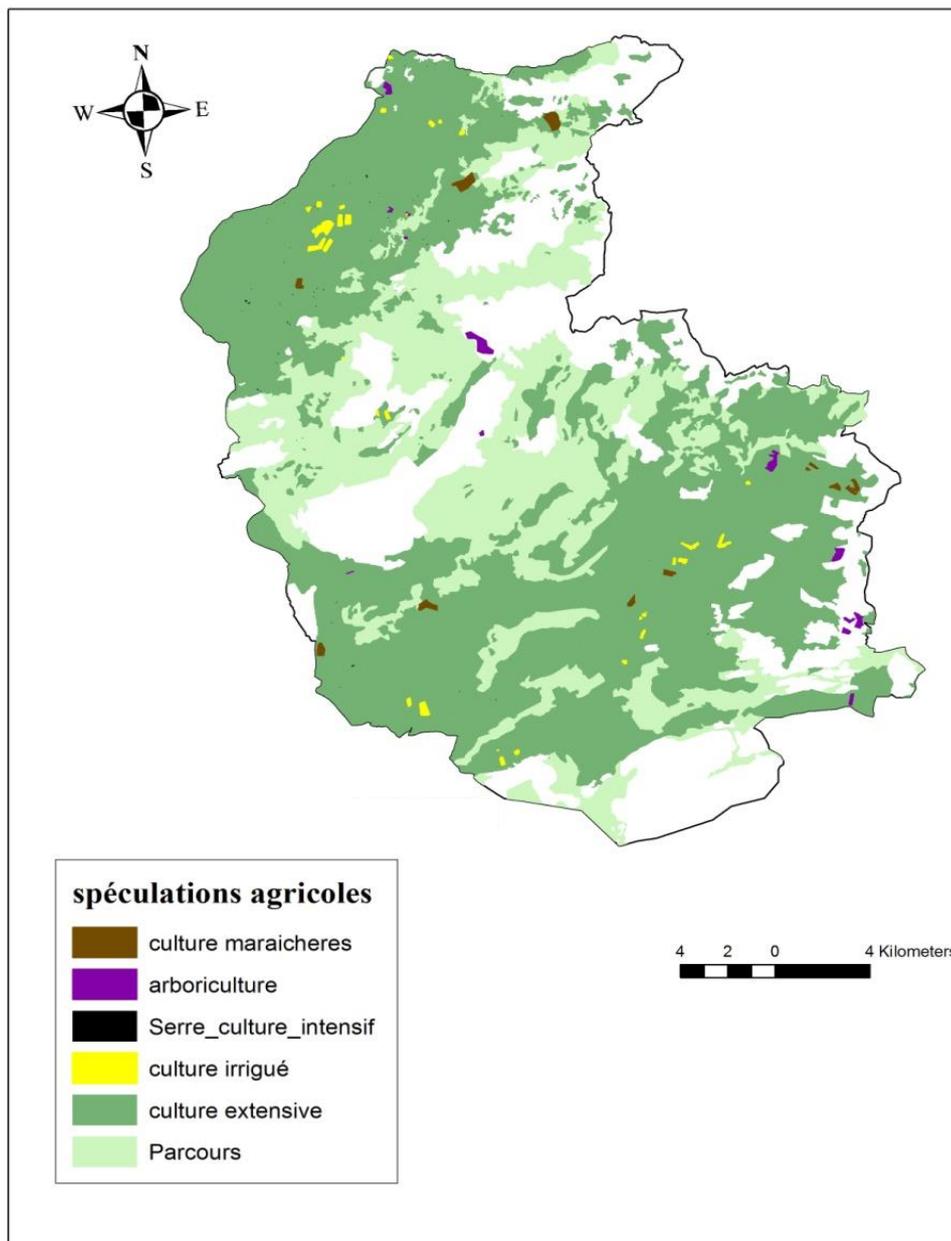


Figure 53: La production agricole dans la région de Djebel El Ouahch (Campagne agricole 2001-2002)



Carte 20 : Carte de spéculation agricole dans la région de Djebel El Ouahch.

Blé dur	Blé tendre	Orge	Légumes secs	Maraîchage	Avoine	Total
2790 ha	2396.5 ha	878 ha	180 ha	1715 ha	Néant	79595 ha

La nature juridique n'a pas été abordée dans cette étude en raison des modifications de la législation et l'inexistence d'une couverture de la commune par un plan cadastral (information confirmée par les services de l'Agence Locale du cadastre de la wilaya de Constantine).

Sur le plan foncier, les exploitations agricoles de la commune se présentent comme suit:

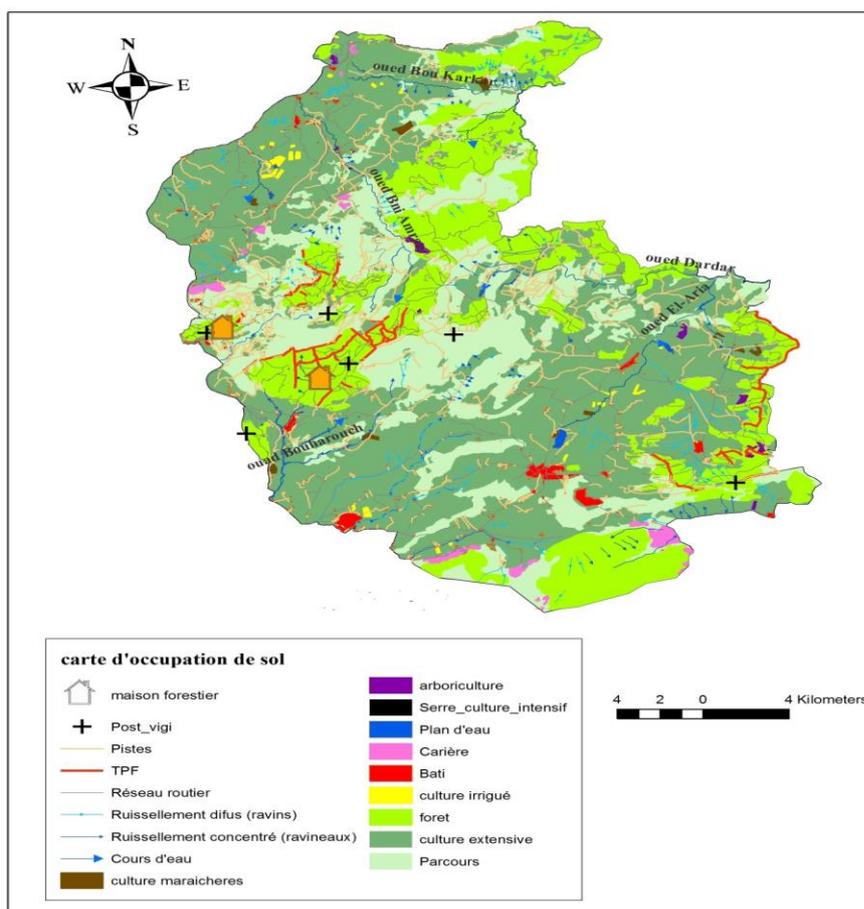
Tableau 61: le statut foncier de la région de Djebel El Ouahch

Type d'exploitation	Nombre	Superficie (ha)	Superficie %
E.A.C	29	6798	29
E.A.I	57	966	4.2
Privé	156	10280	44.3
Etatique	-	5206	22.5
Total	-	23250	100

L'utilisation des terrains de la commune dans le domaine agricole se caractérise par l'élevage qui se présente de la manière suivante.

Tableau 62: la production animale (source DSA Zighoud 2001- 2002)

Bovin	5.000
ovin	7.600
Aviculture chair	58.500 sujets
Aviculture ponte	7030 sujets
Ruches	514 (20q)



Carte 21: la carte d'occupation du sol de la région de Djebel El Ouahch

Conclusion

L'analyse démo économique traitée dans ce chapitre se résume principalement en :

- Une attractivité importante du chef-lieu mais de manière plus ralentie par rapport à l'agglomération secondaire Zaaroura qui a connu un développement urbain très important.
- Une répulsivité des agglomérations secondaires Beni Yagoub et El Hambli qui se traduit par une perte de population.
- Une zone rurale qui se démarque des agglomérations secondaires Beni Yagoub et El Hambli avec une croissance de 2,51 %.
- Une jeunesse importante de la population malgré la baisse sensible du taux d'accroissement naturel, orientant les prérogatives d'amélioration du cadre de vie vers une mise en place de dispositifs particuliers.
- Une situation critique de l'emploi représentée par un taux de chômage élevé.
- Une concentration des emplois dans le secteur tertiaire (commerces) et la branche agricole avec des taux respectif de 41,03 % et 34,76 %.
- La commune de Zighoud Youcef, de par sa situation stratégique entre deux pôles économiques (Constantine et Skikda) et se trouvant sur un axe de communication important, nécessite une prise en charge particulière.
- L'augmentation du nombre de la population ainsi que l'obligation d'améliorer les conditions de vie de la population rendent indispensables le lancement et l'exécution d'un grand programme de construction de logements et d'équipements.
- L'étude de révision du PDAU de la commune de Zighoud Youcef a été lancée pour permettre, à ce titre, d'engager des actions promulguant l'amélioration du niveau de vie de la population.
- Cette étude préalable à toute concrétisation d'opérations pouvant guider la gestion des interventions sur les sites urbains et ruraux, permet de doter la commune, d'un schéma de référence mettant en place les conditions d'un développement équilibré, respectueux d'un cadre de vie décent et pérennisant l'attractivité de ce territoire.
- Le programme d'habitat, d'équipements et d'activités proposé dans cette étude, devra mobiliser des moyens considérables afin de liquider définitivement l'habitat précaire et insalubre qui défigure l'aspect des agglomérations et zones de la commune et permettre à la population de résider dans des conditions meilleures.
- De surcroît, le développement urbain (et rural) préconisé dans cette étude, entraînera la création de milliers d'emplois s'étendant sur une longue période et procurant ainsi des

débouchés surs et permanents à une grande partie de la main-d'œuvre communale, voire régionale.

- La commune de Zighoud Youcef est appelée à devenir un maillon principal d'un espace régional représentant la liaison entre deux métropoles, donc deux bassins de vie et d'emploi, mais devra être en outre, un territoire équilibré et cohérent sur les plans géographique, culturel, économique et social.

Chapitre VI Aménagement

Introduction

Les phénomènes de l'érosion et du transport solide menacent les potentialités du milieu et les infrastructures hydrauliques. Le développement d'une stratégie de lutte contre l'érosion et le transport solide par l'expérimentation de différents traitements anti érosifs et de la mesure de l'efficacité de ces traitements, permet de combattre les effets de l'érosion, ce qui permet de préserver la qualité et la quantité de l'eau et du sol et de sauvegarder les ressources biologiques.

Généralement la lutte contre l'érosion a plusieurs aspects à régler tels que la préservation des ressources naturelles et l'envasement des barrages.

Les principaux objectifs de l'aménagement du massif de Djebel El Ouahch sont bien définis et sont les suivants:

- La préservation et la conservation des sols ainsi que la revalorisation et la stabilisation des sols dégradées.
- La protection des ressources en eaux et la biodiversité.
- La remontée biologique et écologique.
- L'amélioration et le développement des milieux agro-sylvo-pastoraux.

Dans ce cas, qu'il faut diriger les aptitudes de la zone d'étude vers le développement durable, parce que sans ressources naturelles, cette zone est sans aucun intérêt économique.

L'objectif de cette étude est de proposer quelques recommandations en matière de conservation de l'eau et du sol et son aptitude culturelle en s'appuyant sur l'étude de l'érosion et du ruissellement en milieu montagnard et agricole.

I. Gestion de l'espace

I. 1. La gestion des ressources hydriques

Il est aujourd'hui admis que le ruissellement est la cause principale de l'érosion. Toute politique d'aménagement doit donc, en premier lieu prendre en charge la gestion du ruissellement, en fonction des conditions du milieu. Plusieurs solutions sont possibles.

I.1.1. La collecte des eaux de ruissellement

Très utile dans la région, déficitaire en eau, cette pratique permet de capter les eaux de ruissellement et de les utiliser pour l'irrigation des plantations.

I.1.2. Les retenues collinaires

La correction torrentielle consiste à construire des ouvrages mécaniques en travers des oueds pour élever leur profil en long et provoquer l'atterrissement des matériaux à l'amont de

ces ouvrages dans le but d'y réduire l'érosion et par conséquent augmenter la protection des barrages contre l'envasement.

Implantés dans des environnements fragiles et à faible activité économique, les retenues collinaires sont des aménagements très innovants, susceptibles de transformer profondément les systèmes traditionnels de production agricole et de changer également les comportements sociaux face à l'eau. Ces retenues peuvent jouer le rôle d'ouvrages protecteurs contre les crues et sont nécessaires pour atténuer leur effet destructeur.

I.1.3. - L'aménagement des dolines en lavognes

Une Lavogne ou lavagne est un terme occitan (*lavanha*) qui désigne une dépression sur les terres de causses ou terres calcaires qui permet aux animaux d'élevage de boire et, à une époque plus reculée, aux hommes. Ces derniers ont aménagé des creux naturels en les étanchant par un tapis argileux pour capter et retenir les eaux de ruissellement et en les pavant de pierres calcaires afin que la couche d'argile ne soit pas percée par les onglons des brebis (Photos 17).



Photos 17: type de doline (lavogne) . (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Lavogne>)

Dans le cadre de notre étude, nous proposons la réalisation de ce type structures géomorphologiques au niveau de Djebel Kellal et de Djebel Oum Settas. Des dépressions circulaires assimilables à des dolines existent dans le Djebel Kellal (photos 17).

I. 1. 4. Les barrages

Nombre de barrages = 101

Volume d'un barrage = 23,43 m³

Espacement entre barrages = 22,27 m

Volume total des barrages = 2366,43 m³

Le volume total des barrages est de 40.794,33 m³.

Nous recommandons la construction de barrages en pierre sèche sans gabionnage et protégés par des parafouilles.

Caractéristiques des ouvrages :

Les ouvrages préconisés pour correction torrentielle sont des barrages en pierre sèche avec gabionnage.

Hauteur des barrages : 2,50 m (y compris 0,5 m de profondeur pour les fondations).

Largeur du barrage (variable) : plus 0,5 m d'encastrement dans les berges de chaque côté.

Forme du barrage : les barrages auront un fruit de 20 % et une forme rectiligne.

Épaisseur de barrage à mi-hauteur $E = 0,5 H = 1M$

Épaisseur à la base $E'' = 0,6 h = 1,2 m$

Les fondations du barrage doivent avoir une largeur supérieure à celle de la base. La forme du déversoir sera curviligne et les ailes proches de la berge doivent être surélevées.

Tableau 63 : Les retenues collinaires déjà existantes

Dénomination des retenues	Capacité (m ³)	Surface irriguée en Ha	L'état de la retenue
Tassinga	170 000	3	Fonctionnelle
El Biar	320 000	7	Fonctionnelle
El Haria	1 800 000	45	Fonctionnelle
Boudeme	680 000	14	Fonctionnelle

Tableau 64: Les retenues collinaires proposées

Oueds	Surface (Km ²)	Apport Hm ³ /an	Volume mobilisé (m ³)	Surface irrigué (ha)
Oued Tarf	71,04	17600	532000	190
Oued El Haria	93,64	29500	70000	25
Oued Stah oued El Hambli	48,25	19600	420000	150
Oued Djbara Oued El Haria	56,18	21000	280000	100
Oued Magroun Oued Dardar	90,17	73000	840000	300
Oued Maazil oued Arba	51,02	37000	2590000	925
Oued Nahas	5,62	1000	280000	100
Oued Tarfana	12,5	4000	4200000	11500
Total		183800	9212000	13290



Photo 18 : Retenue collinaire d'El Haria

II. L'infiltration maximale

L'infiltration maximale est obtenue par l'intermédiaire des techniques culturales (gabionnage, terrasses). Outre la réalimentation de la nappe phréatique, ces réserves permettent une infiltration d'appoint.

II. 1. Le Gabionnage

Ce sont des cages de grillage métalliques préfabriquées, remplies de pierres. Ces cages sont posées côte à côte, les unes devant les autres de telle manière, que lorsque les eaux de ruissellement passent par le déversoir, leur vitesse est amortie. (F. A. O, 1977).

Afin de fixer les berges des cours d'eau, il est recommandé de végétaliser les gabions, pour empêcher le déplacement des particules de sols.

Les gabions doivent être résistants et avoir une solidarité suffisante pour soutenir la pression exercée par l'écoulement et par les particules du sol.

On doit éviter les pierres plates et rondes puisque elles s'échappent plus facilement de l'ouvrage. Les calibres des pierres doivent être répartis entre les classes suivantes:

Tableau 65: Calibrage des pierres utilisées dans les gabions

Dimension de pierres	% dans l'ensemble du gabion
10 – 14 cm	25%
15 – 19 cm	20%
20 – 30 cm	25%
31 – 45 cm	30 %

Dans les travaux d'aménagement, il faut toujours faire intervenir l'aspect économique de la région. Il est à noter que les gabions sont coûteux (transport des pierres, achat et

transport des grillages métalliques, la main d'œuvre). Dans ce cas, on ne peut pas les appliquer partout. Seuls les endroits les plus rentables sont concernés à savoir :

- les endroits caractérisés par une érosion intense.
- la correction de certains Oueds (fixation des berges).
- les endroits situés près des routes et des agglomérations.

Durant nos sorties sur terrain, nous avons constaté l'état de dégradation du site, conséquence de l'érosion, nous proposons la construction de gabions au niveau des pentes des secteurs étudiés (tableau 66).

Tableau 66: Travaux de Gabionnage au niveau du grand massif de Djebel El Ouahch.

Site	Coordonnées LAMBERT
Taffaha	6°48'37,621 E 36°32'14,604''N
Oued Boukarkar	6°45'48,758 E 36°31'57,661''N
Mihoubi	6°42'25,453 E 36°30'2,178''N
Draa Naaga	6°42'46,551 E 36°20'19,678''N
El Haria	6°52'19,632 E 36°32'14,604''N
Beni Yacoob	6°53'19,222 E 36°22'37,401''N
El Hambli	6°55'23,046 E 36°20'45,247''N
Meridj	6°46'14,956 E 36°18'0,477''N
Beni Amran	6°45'14,956 E 36°28'22,473''N
Tassinga	6°52'6,525E 36°25'17,684''N

II.2. L'épandage des eaux de ruissellement

En milieu montagnard, le problème fondamental est l'excédent d'eau de pluies qui provoque le ruissellement souvent sur les terrains meubles et argileux, propices à l'érosion.

Dans ces conditions la stratégie de lutte consiste à dissiper l'énergie de ruissellement en l'étalant en nappe sur une plus grande surface. D'où l'intérêt des techniques qui favorisent la rugosité des sols. La technique type "structure anti érosive en bandes enherbées", expérimentée sur les parcelles donne des résultats satisfaisants.

II.3. La technique biologique

Le couvert végétal est le facteur qui agit le mieux sur le ruissellement. Il le retarde par l'amélioration des flux d'infiltration et augmente la capacité hydrique du sol. La conservation des sols doit être orientée sur le choix d'espèces, à feuillage dense, à système racinaires

profonds et touffus et qui couvrent suffisamment le sol pendant la période pluvieuse (décembre à mars).

De nombreuses expérimentations ont montré que lorsque la végétation n'est pas encore en place (jeune plantation, terrain nu ou verger de faible densité) un mulch (apport des matériaux en surface) peut être efficace.

III. La préservation et la conservation des sols

II.1. Le travail du sol

Le travail du sol a pour but de:

- créer un milieu favorable à la germination des semences et au développement des racines.
- détruire les mauvaises herbes.
- augmentation de la perméabilité du sol à l'eau.
- favoriser la constitution de réserves d'eau en profondeur.

Pour arriver aux buts recherchés par le travail du sol, il est préférable de:

- ne pas travailler le sol d'une façon excessive.
- travailler le sol quant il contient une quantité optimale d'humidité.
- travailler les sols sensibles à l'érosion au printemps.
- ajouter de la matière organique au sol pour compenser les pertes dues à l'oxydation
- pour les labours qui retournent la terre, il faut utiliser soit un instrument qui retourne seulement la couche superficielle, humifère et de bonne structure, soit un instrument qui remue profondément le sol sans le retourner.
- La rotation des cultures (assolement) : plusieurs recherches ont montré l'influence favorable de la rotation des cultures sur le ruissellement et la perte de terre.
- Le MulchIng: la protection directe du sol par les résidus des récoltes augmente l'infiltration et diminue le ruissellement et les pertes par l'érosion.

III. 2. La stabilité structurale

Pour rétablir la stabilité structurale des sols et pour améliorer leur infiltration, il est nécessaire d'utiliser en complément de la fertilisation minérale, la fumure organique. Les enquêtes montrent malheureusement que le paysan, même dans les systèmes de production associés à l'élevage (fumure disponible) utilise rarement la fumure organique.

III. 3. La correction torrentielle

Après avoir amélioré l'infiltration de la zone, il est nécessaire d'aménager le réseau de ravines qui la drainent. Le problème posé est la coût élevé de l'aménagement qui revient à 2

millions de DA pour stabiliser 1 à 25 Km de long à l'aide des gabions (BOUROUGA. 1989). Seul l'état peut prendre en charge de tels travaux.

III. 4. La nécessité de sensibilisation du paysan

Les solutions techniques simples peuvent jouer un rôle déterminant dans la maîtrise du ruissellement et par conséquent, dans l'augmentation de la production et du revenu mais leur application dans les champs paysans ne s'est pas encore généralisée. Deux raisons semblent prévaloir:

- L'absence de motivation

Pour le paysan, la lutte contre l'érosion est une entreprise de longue haleine qui exige beaucoup de sacrifices mais qui est peu rentable, du moins dans l'immédiat.

Entre l'aménageur et le paysan, il ya absence de dialogue. Les points de vue semblent différents. L'aménageur recherche les facteurs sur lesquels il doit agir pour maîtriser le ruissellement, maintenir et restaurer les sols, promouvoir les cultures et les techniques adoptées. Le paysan cherche, avant tout, l'intérêt immédiat.

VI. La gestion des ressources culturelles

VI.1. L'intensification de couvert végétale

Depuis quelques années en Algérie, la production agricole ne suit plus le rythme des croissances démographiques. L'augmentation de la production agricole pourrait être envisagée en:

- augmentant les surfaces cultivables, souvent au déterminent des surfaces boisées.
- intensifiant la production de nombreuses innovations aux systèmes de production en place.

L'intensification de l'agriculture semble donc la solution la plus appropriée, susceptible d'augmenter la productivité dans les stations agricoles actuelles qui se trouvent dans la zone.

VI.1.1. Choix des différentes spéculations par zone de potentialité

Le choix des différents spéculations se faites par les potentialités de la zone , natures de spéculations et par type de sol. (**Tableau 67**)

Tableau 67: Choix des différentes spéculations par zone de potentialité

Zone		Nature de spéculations	Type de sols
Plaine	Sub-humide	Arboriculture rustique, gros élevage et cultures fourragères Céréalicultures	Sols isohumiques/ sols marrons
	Semi-aride		
Montagne	Difficile P>50%	Sub-humide	Sols bruns
		Semi-aride	
	Moyenne 12>P>25%	Arboriculture fruitière, olivier et vigne ; apiculture et élevage caprin	Sols calcimagnésiques/ sols bruns
	Piémont 3>P>12%	Arboriculture rustique, olivier et vigne, apiculture et aviculture type fermier	Sols alluviaux
Parcours		Amélioration pastorale et mise en défense	---

VI.2. La conservation du patrimoine forestier

Au vu des facteurs climatiques sévères, de l'usage abusif et illicite des ressources forestières et des attaques des différents ravageurs, le potentiel défensif du patrimoine forestier diminue de plus en plus, d'où la réduction progressive de la superficie totale du couvert végétal restant.

Pour remédier à ces phénomènes de dégradation, on doit prendre des mesures de lutte préventive pour éviter les coûts financiers élevés et la complexité des autres moyens de lutte. Parmi ces mesures, on peut citer:

- L'assainissement des forêts par l'évacuation de tout le bois gisant sur les lieux ou à proximité.
- La vidange complète des parcelles exploitées et l'emplacement des parcs à bois doit être en dehors de la forêt.
- Les traitements sylvicoles adéquats par la programmation de coupes sanitaires dans les zones touchées ou sensibles aux attaques et qui peuvent être à leur tour des foyers de propagation de maladies.
- La disponibilité des moyens de surveillance et de contrôle dans le massif forestier afin de pouvoir détecter les foyers d'attaques en temps opportun et pouvoir prendre des décisions de traitement convenable à chaque cas.

VI.3. La protection des pentes contre l'érosion

Les travaux selon les courbes de niveau (labours, semis, plantation et récolte) favorisent, l'infiltration, diminuent le ruissellement et les pertes par l'érosion et augmentent la capacité d'emmagasinement de l'eau à la surface. Donc il faut pratiquer les cultures en bandes alternantes et les terrasses.

VI.3.1. Cultures en bandes alternantes

Elles sont utilisées quand la pente augmente et le labour est à contre sens des courbes de niveau. Elles sont efficaces quand la pente ne dépasse pas 10% pour les sols mal drainés et sensibles, 15% pour les sols moyens, 20% pour les sols bien drainés et résistants à l'érosion.

Quant la pente est plus forte, ce procédé doit être combiné à celui des terrasses.

Les terrasses

Les différents types de terrasses sont:

➤ **Les terrasses en escalier**

Ce sont les plus anciennes terrasses capables d'arrêter l'érosion et qui servent pour les cultures sur des terrains à très fortes pentes. Le principe est de transformer ces terrains en une série de bandes horizontales ou subhorizontales séparées par des pentes consolidées par des pierres sèches.

➤ **Les terrasses de canalisation**

En général, ce système de terrasses est utilisé pour les sols de faible perméabilité lorsque la pluie est régulièrement répartie.

➤ **Les terrasses d'absorption**

Ce type de terrasses est indiqué pour les régions à faible pluviosité et pour des sols à pentes douces et perméables.

➤ **L'espacement entre les terrasses**

La formule appliquée en Algérie est celle de SACCARDY.

- Pour des pentes inférieures à 25% : $H3 = 260.P+10$

- Pour des pentes supérieures à 25%: $H2 = 64 P$; $E = H / P$; $N = L / E$, où :

H=dénivelée

P= pente du terrain

E= espacement entre les terrasses

N = nombre de terrasses

L= longueur des terrasses

En Algérie, l'espacement entre les terrasses est compris entre 200 et 300 mètres et 400 pour la longueur maximale. L'inclinaison est de 0.30 à 0.5 pour les terrasses de canalisation.

Tableau 68 : Orientation du choix des profils des banquettes, d'après la pente et la culture.

Cultures	Pentes de terrain	Type d'ouvrage à adopter	Pourcentage de perte en surface cultural
Céréales	2 – 3%	Labours horizontaux	0%
Céréales	3 – 6%	Cultures en bandes	0%
Céréales	3 – 5%	Banquettes à triple courbure	0%
Céréales	5 – 12%	Banquettes à double courbure	0%
Céréales	12 – 18%	Banquettes à triple courbure	5%
Céréales	18 – 30%	Banquette à talus coupe en V	8%
Céréales	30 – 50%	Banquettes à profil en V	20%
Céréales+arbres fruitiers	18%	Banquettes à simple courbure	0%
Céréales +arbres fruitiers	30%	Banquettes à talus	0%
Céréales+Arbres fruitiers	50%	Banquettes à profil normal	10%
Arbres fruitiers	30%	Banquette à talus coupe	5%
Arbres fruitiers	50%	Banquettes à profil normal	25%
vigne	30%	Banquette à talus	10%
Pâturage et reboisement	>50%	Banquettes à profil en V	0%

V. Aménagement intégré par classe

Il est important de rappeler que l'élaboration du plan d'occupation du sol, à partir de l'image satellitaire par des classes de terres et une étude des contraintes physiques du massif de Djebel El Ouahch, nous ont aidés à avoir une idée sur les alternatives, techniquement efficaces. En effet, la description des classes a été faite dans le but d'indiquer des traitements adéquats et de proposer une gamme d'actions d'aménagement pour chaque type de classe.

La classe 1 : Zone de production forestière

Hormis quelques corrections, par endroits, sur des ravins, aucune intervention n'est à prévoir car la densité de la couverture végétale est suffisante pour empêcher l'érosion.

Par contre, pour les zones où la végétation est faible, pour réduire l'effet de l'érosion, ce type de classement nécessite une augmentation de leur couverture végétale par un reboisement des zones dégradées. Le traitement des ravins par l'emplacement des seuils en pierres sèches ou en gabions est d'une grande importance pour la protection des terres agricoles, se trouvant à l'aval.

Les objectifs visés de l'aménagement de la forêt sont:

- La régénération de la forêt : la majorité des peuplements de la zone de Djebel El Ouahch sont dégradés soit par les incendies soit par les maladies.
- La conduite rationnelle des peuplements pendant leur évolution dans le temps et dans l'espace afin de tirer les meilleurs rendements qualitatifs et quantitatifs pour les forêts de production.
- L'obtention d'une meilleure intégration de la forêt dans l'économie du pays.

La classe 2 : Zone de production agricole

Le potentiel agricole élevé de cette classe peut être conservé grâce à l'utilisation de pratiques culturelles adéquates.

Les techniques douces (bandes enherbées, bandes alternées, labours en courbes de niveau.....) sont des aménagements adéquats. Un traitement purement biologique sous forme de plantations fruitières en courbes de niveau peut présenter une autre solution à cette classe.

Dans les cas extrêmes, le traitement mécanique telle que la construction de quelques segments de banquettes peut aboutir à la réduction de l'érosion et au maintien de la fertilité.

Un encadrement technique efficace

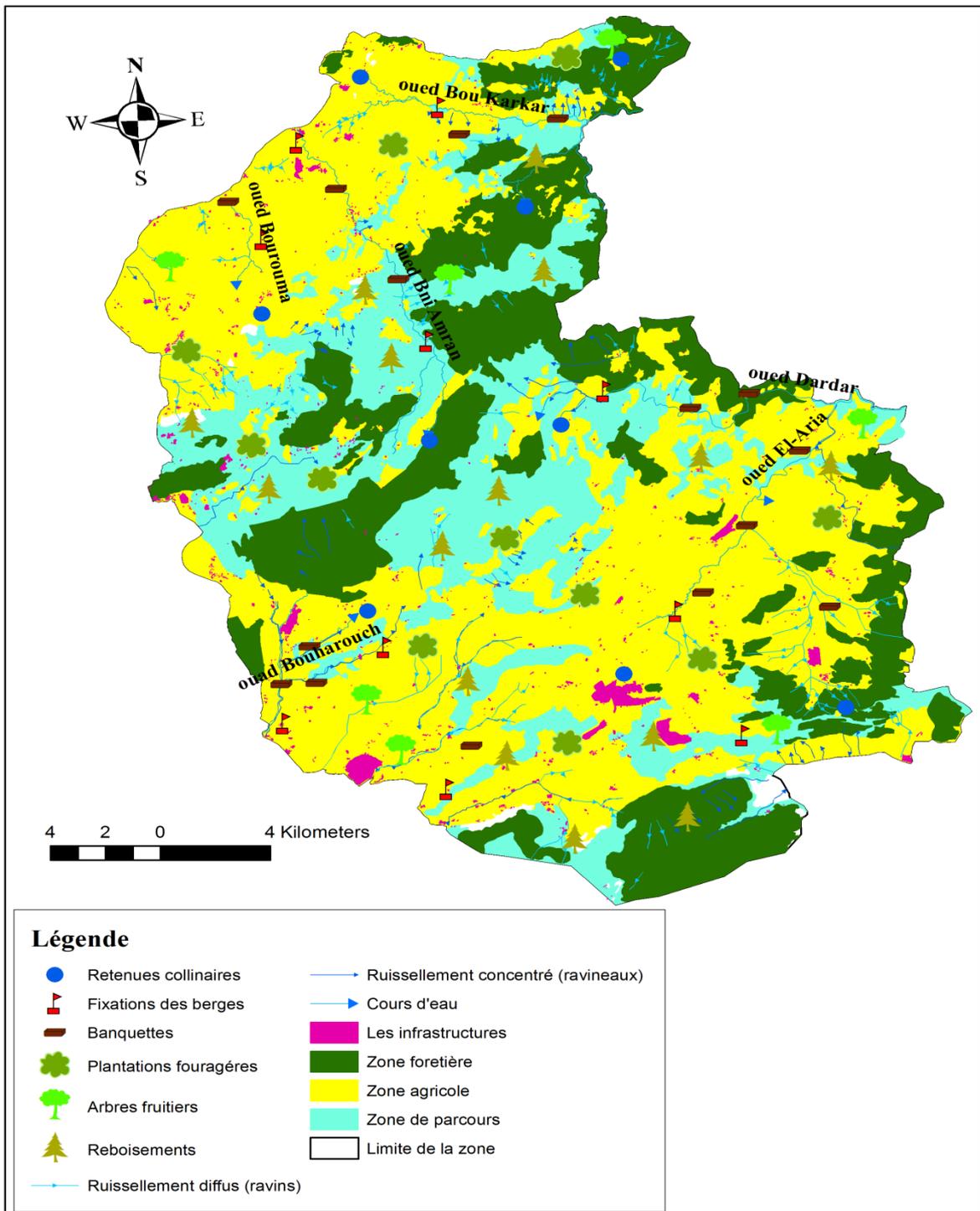
La vulgarisation des techniques introduites aide à la gestion des groupements de production et l'assistance technique à la reconversion doivent assurées pendant une période relativement longue par des cadres (ingénieurs et techniciens) dotés d'une bonne formation technique associée à une aptitude réelle à l'encouragement et à la simulation des unités de production.

La classe 3: Zone de production fragile (pâturage de montagne)

Dans ce cas, le traitement valable réside dans la construction de murettes en pierres sèches ou la construction de cordons avec sous-solage s'il n'y a pas assez de pierres à la surface du sol. Ces traitements doivent être associés à des plantations d'arbustives fourragers en vue d'une amélioration pastorale de la zone. La construction de gradins peut être aussi préconisée dans le but de récupérer un peu de sol et d'eau afin de favoriser des plantations fourragères. On ajoute le problème du pâturage anarchique qui a été posé comme contrainte de production animale et menace le cortège floristique de la forêt. Pour cela, on propose:

- Pour résoudre le problème du pâturage anarchique, l'état ne peut se permettre de vider la forêt ou ce qu'il en reste.
- L'exode rural poserait des problèmes sociaux énormes, sans compter le manque à gagner en viande.

-Laisser la situation telle quelle, conduirait fortement au même résultat de dégradation, et les conséquences sur le climat des zones septentrionales, aujourd'hui encore favorisées seraient incalculables.



Carte 22: Propositions d'aménagement du massif forestier de Djebel El Ouahch

V.1 Les murettes en pierres sèche

Le rôle des murettes en pierre sèche est de diminuer la vitesse de l'eau de ruissellement. Il est préférable de construire des murettes en pierre sèche de 50 à 60 cm de haut (GRECO. J,1978). Elles sont caractérisées par l'absence de canalisation et par une pente longitudinale nulle.

Cette technique s'applique lorsque le reboisement de montagne est dénudé et la pente varie de 40 à 60 %.

L'application de cette technique est effectuée par trois équipes. La première équipe prépare l'emplacement, la deuxième apporte la pierre taillée et la troisième se charge de la construction.

Les murettes en pierres sèche sont associées au reboisement de Pin d'Alep. Il est préférable de les construire d'une façon perpendiculaire à la pente, ce qui facilite le reboisement et contribue à la réinstallation de la végétation

La classe 4 : Zone de parcours (production fourragère)

Dans le domaine de l'aménagement des parcours, il s'agit pour l'aménagiste de définir en premier lieu, pour chaque type pastoral, une charge d'équilibre qui se traduit par un nombre d'animaux à introduire, en tenant compte de la possibilité fourragère de la formation végétale considérée, forêt ou non. On peut parvenir à cette définition assez rapidement par approximations successives, si l'on dispose des différents éléments d'appréciation cités précédemment.

Ensuite il sera nécessaire d'élaborer un calendrier saisonnier d'utilisation fourragère, compte tenu des variations climatiques saisonnières et de toutes les données recueillies:

- La complémentarité à l'intérieur du terroir entre les différentes sources d'unités fourragères est indispensable par l'introduction :

- des cultures herbacées hors de la forêt ou sur les terres impropres au reboisement,
- la plantation de cactus, d'atriplex, d'arbres fourragers, de forêts
- l'achat d'éventuels d'aliments pour le bétail
- les subventions en nature, accordées aux pasteurs, jachères
- la plantation d'arbres fruitiers, résidus de récoltes, etc.

Ce calendrier correspondra, en définitive, à l'application d'un système de rotation contrôlée, sur des unités d'exploitation découpées à l'intérieur de chaque type pastoral. Ce système permettra de prévoir des périodes de pâturage alternant avec des périodes de repos et des ouvertures exceptionnelles au parcours en cas de disette fourragère.

V.2. Application d'un système d'élevage moderne

La suppression du pastoralisme en forêt ne peut se faire sans une modification fondamentale des habitudes et des traditions d'élevage. Pour garder les bêtes dans les zones de parcours, il faut être en mesure des parcours hautement productifs associés à des compléments fourragers permettant un affouragement contenu. On peut substituer un élevage sédentarisé et basé sur un calendrier fourrager satisfaisant les besoins du bétail en toutes saisons, même durant les années sèches.

a. Sur le plan fourrager, cela implique:

- la création de prairies permanentes irriguées.
- un développement considérable des cultures fourragères annuelles et pluriannuelles, qui doivent occuper une place prépondérante dans l'occupation des sols labourables, irrigables, ou non.
- l'acceptation et l'application stricte par les éleveurs des notions de "pâturage contrôlé"
- la rotation des pâturages et la mise en défense périodique.
- l'acceptation et l'application des concepts de stockage interannuel des fourrages pour équilibrer les variations des productions d'une année à l'autre.

b. Sur le plan cheptel, cela implique :

- une orientation stricte du cheptel vers un élevage exclusivement ovin, avec toutefois quelques accommodements pour d'autres types d'élevage.
- une réduction du nombre de têtes de bétail à ce que peut réellement nourrir la potentialité des parcours et des productions fourragères.
- le maintien de la totalité du cheptel à un nombre de têtes au maximum égal à ce que peut nourrir le parcours, pendant les années sèches.
- des mesures vétérinaires prophylactiques (vaccinations, bains antiparasitaires etc...) et thérapeutiques pour maintenir le cheptel dans les meilleures conditions sanitaires.

V.3. la conduite du pâturage

Avant toute campagne de pâturage, il est impératif de prévoir l'exploitation des prairies. Quelles surfaces sont destinées à la pâture et quelles sont celles, réservées à la fauche ?

V.3.1. Prévoir l'exploitation des prairies

On prévoit la surface nécessaire à l'alimentation du troupeau par la pâture et par les stocks.

La surface de pâturage est à ajuster en cours de saison selon la disponibilité en herbe. Au printemps notamment, les surplus d’herbe non pâturés seront exploités par fauche.

Une pâture précoce des surfaces destinées à la fauche (déprimage) permettra d’étaler la période de pâturage et d’optimiser la qualité du futur fourrage. Par contre, sectionner les épis à la base de la tige par le pâturage (étêtage) favorisera des repousses feuillues et de qualité, au détriment de la quantité.

De la même façon, il convient de prévoir des parcelles réservées à la fauche, selon leur mode d’exploitation. Une fauche précoce (ensilage, enrubannage) favorise une repousse importante et de qualité, pâturable dès le mois de juin.

Concrètement, il est impératif de réaliser un bilan fourrager pour faire concorder au mieux les besoins des animaux et les disponibilités en herbe.

V.3.2. Prévoir les stocks fourragers

Pour un système autonome,

- pour les bovins viande, on préconise de stocker 15 kg MS de foin /UGB/j, soit 35 à 50 ares/UGB en première coupe pour un hiver de 150 jours
- pour le bovin lait, on apporte 2 à 3 kg MS/EVL/j de foin de bonne qualité, toute l’année.

V.3.3. Gestion du pâturage

Il existe 3 types de mode d’exploitation :

- Pâturage continu sur une seule parcelle
- Pâturage tournant sur plusieurs parcelles
- Pâturage rationné au fil, combiné au pâturage tournant.

Quelques préconisations :

- Hauteur d’herbe entrée pâture < 13 cm
- Hauteur d’herbe sortie pâture > 5 cm
- Temps de retour: 21 jours. Il est possible d’allonger ce délai, notamment en été sans toutefois aller au-delà de 25 jours pour des espèces manquant d’appétence comme la fétuque élevée.

Tableau 69 : mode de gestion de pâturage

Mode de pâturage	Avantages	Inconvénients
Pâturage continu sur une seule parcelle	<ul style="list-style-type: none"> - Simplification du travail - Diminution du piétinement 	Plus difficile à gérer au printemps : adaptation des surfaces - Si manque d’herbe : Agrandissement de la surface ou apport à l’auge - Si excès d’herbe : Mise en réserve pour parcelle de fauche ou diminution de

		l'apport à l'auge -Risque de zones préférentielles ou sous pâturées -Chargement plus difficile à ajuster -Gestion des refus
Pâturage tournant sur plusieurs parcelles (au minimum 4 en bovin viande et 6 en bovin lait)	-Très bien adapté pour gérer l'herbe au printemps : plus respectueux de la physiologie de la végétation - Pâturage herbe au bon stade -Taille des parcelles ajustable à la taille du lot -Pas de gaspillage -Chargement facile à ajuster	-Nécessité de parcellaire groupé -Parcelles proches des bâtiments (VL) -Aménagement du parcellaire : clôtures, points abreuvement, chemins d'accès -Risque de piétinement
Pâturage rationné au fil + pâturage tournant Pâturage tournant sur 3 parcelles 2 possibilités : -Fil avant : limite quantité herbe offerte -Fil avant et arrière : limite quantité herbe offerte et empêche le sur-pâturage -favorise le repos des plantes et la repousse	-Permet de bien gérer l'herbe -Limite le gaspillage	-Exigeant en travail (déplacer les fils tous les jours) -Couplé avec pâturage tournant

V.3.4. La complémentation au pâturage des vaches laitières

Au pâturage, la production laitière dépend essentiellement de la valeur alimentaire de l'herbe offerte. Le meilleur moyen d'optimiser le potentiel de production de l'herbe et de réduire les apports de concentré, est de faire l'effort de maîtriser au mieux la quantité offerte, par la conduite des prairies et la prévision de pâturage. S'il est exigeant en savoir-faire, bien organisé, le pâturage permet de bons niveaux de production et des économies de concentré substantielles.

Seuil de complémentation au pâturage (Kg de lait)

- Ration individuelle (ARPEB-OGNOAS)

Tableau 70 : Production de lait permise par la pâture seule en Kg

Période	Production de lait permise par la pâture seule			
	Vaches multiples		Vaches primipares	
	Début de lactation	Phase descendante de lactation	Début de lactation	Phase descendante de lactation
Mars-Avril	22	25	17	20
Mai	19	22	15	18
juin	17	20	13	16
juillet	15	18	11	14
Aout-Septembre	13	12	9	12

-Ration mixte mélangée (ARPEB-OGNOAS)

Période	Mars-Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout-Septembre
Niveau troupeau renouvellement (25 à 30%)	20	18	16	14	12

Au-delà de ces seuils, on distribuera 1 kg de concentré de production tous les 3 kg de lait, sans pour autant dépasser 6 kg de concentré par vache et par jour.

On utilisera un concentré à 150 g de PDI, composé sur la base de 62 % de céréales, 35,5 % de soja et 2,5 % de minéral.

Notons que les efficacités des concentrés au pâturage sont faibles. Au-delà des seuils recommandés, il faut 2 à 3 kg de concentré pour produire 1 kg de lait supplémentaire.

Si l'état corporel des animaux est insuffisant ou si l'herbe durcit, la complémentation devra démarrer plus tôt, en particulier pour les vaches en début de lactation et les primipares.

Une herbe feuillue de printemps âgée de 25 jours, offerte à volonté, est capable de couvrir 25 kg de lait.

En été-automne, la qualité baisse de part la présence de feuilles sèches, de souillures, de maladies. La couverture permise par l'herbe descend alors à 15, voire 10 kg, de lait en automne.

Une bonne complémentation à l'auge sera nécessaire pour permettre le maintien du niveau de production du troupeau.

V.3.5. La mise à l'herbe : Les troubles liés à la mise à l'herbe peuvent être importants

L'herbe jeune est riche en eau. Elle contient beaucoup d'azote soluble et de potassium. En revanche, elle est pauvre en cellulose, sodium et magnésium.

Les animaux consommant des plantes jeunes au printemps (ou à l'automne) peuvent avoir du mal à absorber les quantités de magnésium nécessaires à leur organisme. Le risque

est d'autant plus important que les conditions climatiques sont défavorables (vent, pluie, froid).

La tétanie d'herbage, conséquence de ce déficit en magnésium, se manifeste par une certaine agitation, des tremblements musculaires, une démarche hésitante, voire des convulsions et peut être mortelle, si elle n'est pas traitée à temps.

- ❖ **A chaque changement de régime alimentaire**
- ❖ **Une transition de 2 à 3 semaines est obligatoire**

Quelques précautions simples permettent de diminuer notablement les facteurs de risques.

-Faire une transition alimentaire sur 3 semaines afin de laisser le temps aux micro-organismes à dominante cellulolytique de se développer, avec diminution progressive de la ration hivernale.

-Une durée de pâturage de 2 à 3 heures par beau temps, la première semaine, durée augmentée progressivement par la suite.

-Les animaux seront d'abord sortis l'après-midi, la panse pleine. Leur laisser du foin disponible à volonté, pour ralentir le transit intestinal.

-Quelques jours avant la mise à l'herbe, veiller à distribuer aux animaux du minéral riche en magnésium (8 %) ou apporter 50 gr de chlorure de magnésium par jour et par animal dans l'eau de boisson.

-Choisir une parcelle de préférence avec une flore variée, peu ou pas fertilisée, avant le passage des animaux.

Il est souhaitable de prévoir la parcelle où va s'effectuer la mise à l'herbe. Les facteurs de risques seront diminués en présence d'une prairie permanente, non fertilisée.

Tableau 71 : Besoins en matière animale (en g/kg) et oligo-éléments (en mg/kg matière sèche) (Source DGF)

	g/Kg matière sèche					Mg/Kg matière sèche				
	Ca	Mg	P	K	Na	Fe	Cu	Zn	Mn	Co
Bovins										
Vaches laitières (15Kg de lait par jour)	3,5	1,5	3,0	2,5	1,5	50	8	40	50	0,08
veaux	5,0	1,0	4,0	2,5	1,5	80	8	30	30	0,08
jeunes bovins (élevage)	2,5	1,0	2,0	2,5	1,5	40	8	30	40	0,08
taureaux engraisés	3,0	1,0	2,5	2,5	1,5	40	8	30	30	0,08
Ovins										
Agneaux	3,5	1,5	3,0	2,5	1,0	40	5	40	40	0,08
En croissance	2,5	1,0	2,0	2,5	1,0	40	5	20	30	0,08
Porcs										
Truies gestantes et nourrices	6,0	0,3	4,0	5,3	2,0	40	5	50	80	0,08

Porcelets	8,0	0,5	5-6	2,6	2,0	80	10	50	80	0,08
Porcs engrais	6,0	0,3	4,0	2,0	1,5	40	5	40	20	0,08
Volailles										
Poules pondeuses	28	0,5	6,0	2,0	1,5	40	3,0	45	35	0,08
Poules jeunes	10	0,5	6,0	2,0	1,5	40	4,0	30	40	0,08
Dindes élevages	23	0,5	7,0	4,0	1,5	40	4,0	35	50	0,08
Dindes engrais (0 à 8 semaines)	12	0,5	8,0	4,0	1,5	60	6,0	70	55	0,08

V.4. Recommandations pratiques en élevage ovin

V.4.1. Les besoins d’entretien

Les besoins d’entretien sont liés au fonctionnement de l’organisme au repos. Ils correspondent au fonctionnement minimal qui permet à l’animal de se maintenir en vie, sans variation de poids et sans production. Il s’agit d’assurer les fonctions vitales de base (respiration, circulation sanguine, digestion, renouvellement des cellules) qui constituent le métabolisme de base (MARTINE et YANNICK, 2012).

Ces besoins peuvent varier en fonction de plusieurs facteurs (poids vif, le climat, l’activité physique, l’état physiologique) (HAFID, 2006).

Tableau 72: Besoins d’entretien

Poids en Kg	U.F par jours	M.A.D en gramme par Kg de poids vif
10	0,26	} Animal hors production= 1,2g Animal en état de production=0,8g
20	0,38	
30	0,47	
40	0,33	
50	0,59	
60	0,65	
70	0,70	
80	0,74	
90	0,78	
100	0,82	

V.4.2. Les besoins de production

Ce sont les besoins de croissance, de gestation, de lactation et de production lainière. C’est la quantité d’aliment nutritif nécessaire à un animal pour produire. (HAFID, 2006).

➤ **Les besoins de croissance**

La croissance correspond à une augmentation du volume, de la taille et du poids des animaux par la formation de nouveaux tissus (Jean SPRUMONT – AECP - Haïti .2009).

➤ **Les besoins de la gestation**

Les besoins de gestation sont pratiquement négligeables jusqu’au dernier tiers. A partir de ce moment, les besoins augmentent rapidement pour atteindre des valeurs plus au moins élevées selon le nombre de fœtus (CAJA et GARGOURI, 1995). (MEYER.2009)

Pendant les deux derniers mois de gestation, la croissance du ou des fœtus est importante, il faut donc ajouter aux besoins d'entretien les besoins de croissance du ou des fœtus, (HAFID, 2006).

➤ **Les besoins énergétiques pour la production pour lait et pour gestation**

Lait = 0,6 U.F par Kg de lait

Gestation = 50% U.F des besoins d'entretien du troisième au cinquième mois

Tableau 73 : Besoins combinés pour la connaissance de l'énergie (Source DGF)

Age	U.F par 100 g gain journal
1 mois	0,16
2 mois	0,21
3 mois	0,27
Plus de 3 mois	0,32
Adulte à l'engraissement	0,32-0,4

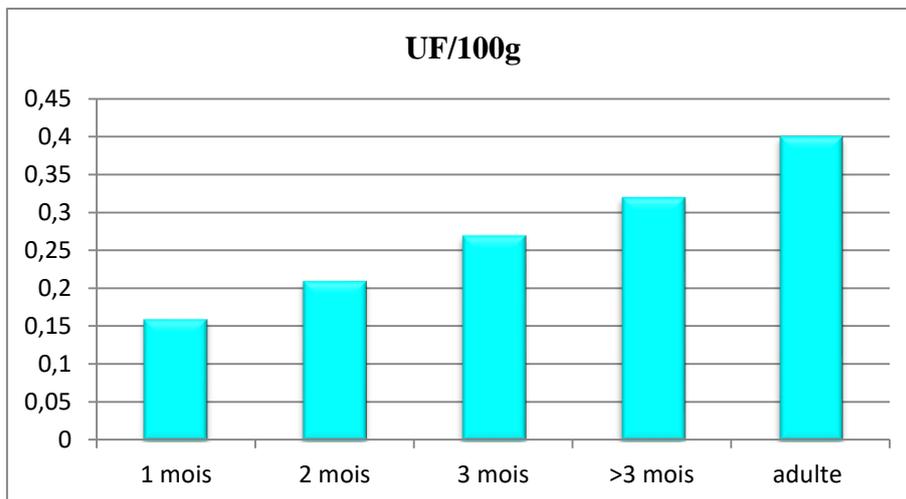


Figure 54: Besoins combinés pour la connaissance de l'énergie

Tableau 74 : besoins en M.A.D pour la production (besoins combinés pour l'entretien et la croissance) (Source DGF)

Age	Valeur de ration M.A.D/U.F
Entre 1-3 mois	150-190 g
Entre 3-5 mois	135 g
Entre 5-7 mois	120 g
De 7 mois au engraisé	80-90 g

Tableau 75 : besoins en M.A.D pour la production (besoins combinés pour l'entretien et la gestation) (Source DGF)

Age	M.A.D/Kg de poids vif
Début de gestation	0,8 g
Six dernières semaines	1,3 g

Streaming	1,8 g
-----------	-------

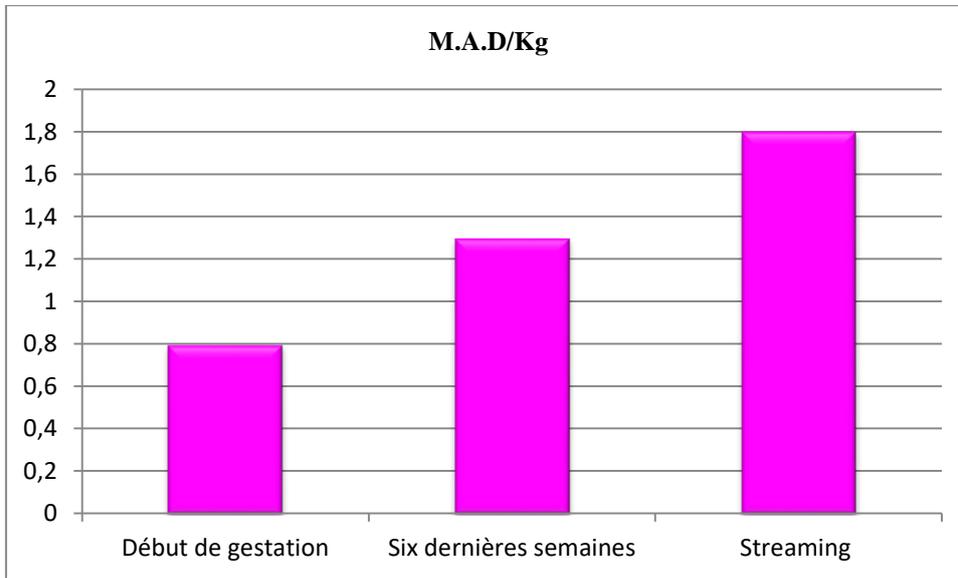


Figure 55 : besoins en M.A.D pour la production (besoins combinés pour l'entretien et la gestation)

V.4.3. Brebis en lactation

Cette période s'étale de la mise bas au tarissement. Pour une bonne lactation des brebis, l'alimentation doit être suffisante en quantité et en qualité : c'est important pour le bon démarrage des agneaux.

Les besoins de lactation dépendent de la quantité de lait produite ainsi que de sa composition. Ces deux facteurs sont variés en fonction de l'individu, de l'espèce animale, de la race ainsi que de la sélection.

-Besoins stricts de la lactation : 155 g de M.A.D par U.F couvrant les besoins de la production laitière

Tableau 76: Besoins combinés pour l'entretien et la production de lait (brebis de 60 kg donnant un lait de 60 g de taux butyreux) (Source DGF)

Quantité journalière de lait	besoins	Valeur de ration
0,5 kg	95 g de M.A.D 0,95 U.F	100 g de M.A.D par U.F
1 kg	141 g de M.A.D 1,25 U.F	113 g de M.A.D par U.F
1,5 kg	188 g de M.A.D 1,55 U.F	121 g de M.A.D par U.F
2 kg	234 g de M.A.D 1,85 U.F	126 g de M.A.D par U.F
3 kg	327 g de M.A.D 2,45 U.F	133 g de M.A.D par U.F

V.5. Pédologie et aptitude culturale et forestière

Dans ce chapitre, nous traiterons des travaux effectués et des résultats obtenus après une étude des sols de la zone de Djebel El Ouahch, sur une superficie de 66535 ha.

Nous essayerons d'entreprendre une étude pour déterminer les ressources en sols en vue de leur utilisation optimale pour le développement agricole, fournir des renseignements sur le milieu naturel et les différents facteurs de différenciation des sols et enfin l'étude des aptitudes culturales. Cette dernière traitera du choix des cultures à adapter aux différents sols, de l'optimisation des rendements et de la fertilisation, par type de sol.

Le sol est un milieu très complexe, qui a de multiples fonctions et qui peut être observé de multiples façons. L'agriculteur, l'agronome, le pédologue utilisent divers outils.

L'observation du sol se mène comme une enquête policière. L'observateur recherche le maximum d'indices concordants pour répondre à la question qu'il se pose. La recherche se fait sur le terrain, avec l'agriculteur, au laboratoire et à l'aide de la bibliographie. Voici ci-dessous quelques exemples de questions à se poser. L'ordre des questions n'est pas figé car tous ces facteurs sont interdépendants

L'équation de Jenny nous liste les facteurs de formation des sols. Ces facteurs sont fonction du climat, des organismes vivants, de la topographie, de la roche-mère et du temps.

- **La roche-mère:** observer les éléments grossiers (cailloux), les affleurements environnants, la roche apparaissant en profondeur, la carte géologique et la carte des sols.

- **La topographie:** situer le sol dans le paysage, crête, bas de pente, versant, vallée, plateau, préciser la pente (%).

- **La végétation:** forêt, prairie, cultures, rotation, observation des plantes indicatrices (genêt à balais, genêt d'Espagne, châtaignier, ...).

- **L'histoire culturelle depuis plus de 1 000 ans:** les labours, l'érosion aratoire, la profondeur du plus vieux labour (couleur), les colluvionnements anthropiques (briques à 50 ou 100 cm de profondeur),

- **L'histoire culturelle récente:** dernier labour, travail du sol, culture.

Les sols sont décrits pour chaque horizon (ou couche homogène) et pour les différents profils. Les principaux paramètres pris en compte sont les suivants :

- **La texture:** sable, limon, argile.

- **Les éléments grossiers (supérieurs à 2 mm):** pourcentage, nature lithologique, dimension (cm), forme (angulaire ou arrondie).

- **Le calcaire total et actif:** test à l'acide chlorhydrique.

- **L'hydromorphie:** taches d'oxydation et de réduction, concrétions ferro-manganiques, abondance et profondeur d'apparition. hydromorphie actuelle ou fossile.

- La profondeur du sol:** suivant l'enracinement, la compacité ou la porosité.
- La structure:** c'est l'architecture et le logis de la vie du sol. Elle varie suivant le fonctionnement du sol. Elle peut être grumeleuse, polyédrique angulaire ou sub-angulaire, lamellaire, massive..., massive fermée, massive fissurée.
- La compacité:** test au couteau sur sol frais, pénétromètre (rondin de fer), ...
- La porosité:** galeries lombriciennes et micropores inférieures à 1-2 mm de diamètre, abondance, nombre par unité de surface (par cm², dm²...) et diamètre (mm).
- La faune du sol** vers de terre, crarbes, mille-pattes..., et ses signes d'activité (galeries, turricules...).
- L'enracinement:** profondeur, densité, accidents (sol creux, semelle...).
- La matière organique:** humus forestier, vitesse de décomposition des résidus de récolte (3 mois ou 2 ans par exemple), mode d'enfouissement par le labour.
- Les limites entre les horizons:** limites diffuses favorables, limites nettes défavorables (semelle, fond de labour...)

V.5.1 Les caractéristiques physiques et chimiques des sols de la zone d'étude

La réaction du sol est faiblement acide à fortement alcaline en profondeur. Les valeurs du pH varient entre 6,4 et 9.

On constate que la plupart des plantes se développent très bien dans un sol à pH 6,5 (Doucet, 2006. p.281) - « Les légumes qui croissent au pH 6 préfèrent le plus souvent un pH de 6,5; toutes les plantes qui croissent dans un sol neutre [pH = 7] s'accommodent d'un pH de 6,5. » (Doucet, 2006. p.328) - « Les pH cibles varient avec les types de sols et les cultures. En sol organique, il est de 5,4 en raison de l'immobilisation de plusieurs oligo-éléments et de la minéralisation rapide de la matière organique du sol lorsque le pH se rapproche de 6,0. En sol minéral, il est de 5,5 pour la pomme de terre en raison du risque de développement de la gale commune. Un pH cible de 6,0 est indiqué pour éviter le surchauffage en sol sableux, ou comme première étape de redressement d'un sol fortement acide. » (CRAAQ, 2003) , le pH visé varie selon la nature du sol. Par expérience, on a conclu que pour les sols lourds, le pH devrait être de 6,8 à 7,5; pour les sols francs [loam], de 6,2 à 6,8; pour les sols légers, de 5,2 à 6,3; et pour les sols organiques, de 5,0 à 5,6. » (Doucet, 2006.)

Les valeurs de la conductivité électrique varient entre 900 à 1400 us/cm, selon l'échelle de DURAND, (1983). Le sol est donc salé et par conséquent, il y aura une diminution de rendement des cultures sensibles aux sels.

D'après les diagrammes (voir annexe), on constate que le taux de calcaire total est compris entre 0 à 45% et le calcaire actif entre 0 à 25%, ce qui montre que notre sol est modérément à fortement calcaire, donc un sol alcalin.

Les valeurs de CEC sont constantes dans la plupart des profils avec quelques variations comprises entre 80 et 160 meq/100.g, donc le sol est organique avec un pH qui varie entre 6,4 à 9. La fertilité du sol est moyennement forte (DOUCET, R ;.2006). On déduit que le sol est pratiquement apte pour les cultures maraichères.(voir annexe)

Le taux de matière organique est calculé à partir du taux de carbone (C) lié à la matière organique:

$$MO = C \times 1,725.$$

Les valeurs de la matière organique dans le sol sont comprises entre 0 à 4,2, ce qui signifie que le sol est faiblement humifère et par conséquent, peut entraîner une faible stabilité structurale (battance), une réduction de la minéralisation de l'azote et du soufre et une faible activité biologique.

Les valeurs de l'azote total (N) varient entre 0,02 à 0,14% dans le sol, le phosphore (P) est compris entre 0,02 à 0,14% et le potassium (K) varie entre 0,02 à 0,08%, ce qui signifie que le sol est moyen à satisfaisant et il est alimenté par le N.P.K.

Les oligoéléments sont importants dans les fruits, les légumes, les légumineuses, le canola et les céréales. Dans notre région, les concentrations du chrome dans le sol varient entre 60 à 200mg/kg. Le cuivre est compris entre 70 à 140 mg/kg, le zinc entre 100 à 340 mg/kg, et enfin le fer entre 200 à 400 mg/kg. D'après les résultats, on enregistre une quantité suffisante des oligoéléments pour la croissance des végétaux.(voir annexe)

V.6. Aptitude culturale en sec par type de sol

V.6. 1. Cultures annuelles

Tableau 77: Aptitude culturale des cultures annuelles pour chaque type de sol

Type de sol	Aptitude		
	Bon	Moyen	A exclure
Sols Bruns	Pour : Blé, orge, -pois chiche, lentille, avoine, et orge en vert	Pour : Le reste des cultures possibles en sec	/
Sols alluviaux	Blé dur et blé tendre, orge, vesce avoine, maïs, -pois chiche, lentille, et orge en vert	/	/
Sols calcimagnésiques	/	Orge, orge en vert, vesce avoine et avoine	Lentille, chiche, fève et féverole
Sols isohumiques	Blé dur et tendre, orge, avoine, maïs, vesce avoine	Lentille, pois chiche fève.	/

	et orge en vert		
Sols marrons	Blé dur et tendre, orge, avoine, maïs, vesce avoine, orge en vert	/	/
Sols peu évolués	Blé dur et tendre, orge, avoine, maïs, vesce avoine et orge en vert	/	/

V.6. 2.Cultures maraichères

Tableau 78 : aptitude cultural de la culture maraicher pour chaque type de sol

Type de sol	Aptitude		
	Bon	Moyen	A exclure
Sols Bruns	Pour : Les cultures maraichères adaptées aux textures fines	Pour : Artichaut, chou-fleur, navet, carotte	/
Sols alluviaux	Pour : Les cultures maraichères adaptées aux textures fines et très fines	Artichaut, chou-fleur, carotte, navet	Cultures maraichères adaptées aux textures grossières
Sols calcimagnésiques	/	Pour certaines cultures maraichères peu exigeantes en profondeur	Artichaut, carotte, navet, chou-fleur
Sols isohumiques	Pour les cultures maraichères adaptées aux textures fines	Artichaut, chou-fleur, navet, carotte	/
Sols marron	Pour les cultures maraichères adaptées aux textures fines	Artichaut, chou-fleur, navet carotte	/
Sols peu évoluées	Pour les cultures maraichères adaptées aux textures fines	Artichaut, navet, chou-fleur, carotte	Cultures maraichères adaptées aux textures grossières

V.6. 3.Cultures arboricoles

Tableau79: aptitude culturale de la culture arboricole pour chaque type de sol

Type de sol	Aptitude		
	Bon	Moyen	A exclure
Sols Bruns	Figuier, olivier, amandier, grenadier, poirier, prunier	Figuier, olivier, grenadier	/
Sols alluviaux	Figuier, grenadier, olivier	Figuier, grenadier, olivier	Amandier, poirier, pommier, prunier
Sols calcimagnésiques	/	/	Touts les cultures arboricoles
Sols isohumiques	Figuier, olivier, amandier, grenadier, poiriers, prunier	/	/
Sols marron	Amandier, poirier, pommier, prunier	Figuier, olivier, grenadier	/
Sols peu évoluées	/	Figuier, olivier, grenadier	Poirier, amandier, prunier,

V.7. Aptitudes culturales en irrigué par type de sol

V.7.1. Cultures annuelles

Tableau 80: Aptitude culturale des cultures annuelles pour chaque type de sol

Type de sol	Aptitude		
	Bon	Moyen	A exclure
Sols Bruns	Pour : Blé, orge, ray-grass, fétuque, vesce-avoine, maïs, sorgho et bersim	Pour : Luzerne	
Sols alluviaux	Blé, orge, ray-grass, fétuque, vesce-avoine, maïs, sorgho et bersim	Luzerne	
Sols calcimagnésiques		Orge, blé dur, ray-grass, vesce-avoine et fétuques	Luzerne, bersim, sorgho, maïs
Sols isohumiques	Blés dur, blé tendre, orge, fétuque, vesce-avoine, sorgho, bersim	Luzerne	
Sols marrons	Blés dur, blé tendre, orge, fétuque, vesce-avoine, sorgho, bersim	Luzerne	
Sols peu évolués	Blés dur, blé tendre, orge, fétuque, vesce-avoine, sorgho, bersim	Luzerne	

V.7.2. Cultures maraichères

Tableau 81: Aptitude culturale de culture maraichère pour chaque type de sol

Type de sol	Aptitude		
	Bon	Moyen	A exclure
Sols Bruns	Pour : Artichaut, oignons, navet, chou-fleur, choux pomme, épinards, laitue, fraisiers.	Pour : Tomate, ail, aubergine, pastèque, melon, piment, haricot, concombre, pois chiche	Pomme de terre, carottes, asperge.
Sols alluviaux	Pour : Oignons, navet, chou-fleur, choux pomme, épinards	Artichaut, laitue, tomate, ail, aubergine, pastèques, melon, piment, poivron, haricot, concombre, pois chiche	Pomme de terre, carottes, asperge
Sols calcimagnésiques		Oignons, choux fleur, laitue	Le reste des cultures maraichères
Sols isohumiques	Artichaut, oignon, navet, chou-fleur, choux pomme, épinards, laitues, fraisier	Tomate, ail, aubergine, melon, piment, poivron, haricot, concombre, pois chiche	Pomme de terre, carottes, asperge
Sols marron	Pour les cultures maraichères adaptées aux textures fines	Artichaut, chou-fleur, navet carotte	Pomme de terre, carottes, asperge
Sols peu évoluées		Artichaut, chou-fleur, navet carotte	Pomme de terre, carottes, asperge

V.7.3. Cultures arboricoles

Tableau 82: Aptitude culturale de la culture arboricole pour chaque type de sol

Type de sol	Aptitude		
	Bon	Moyen	A exclure
Sols Bruns	Pour : Figuier, prunier/prunier st julien olivier	Pour : Abricotier/prunier, pommier/franc, pommier/paradis, poirier/franc	Agrume, cerisiers/merisier, pêcher/franc, abricotier/pêcher franc, abricotier/franc.
Sols alluviaux	Pour : Figuier	Pêcher/prunier st julien, prunier, abricotier, prunier/prunier , abricotier/prunier ,myrobolan, olivier, figuier	Agrumes, pêcher, franc, abricotier/pêcher franc, pêcher/amandier, abricotier/franc, cerisier/st Lucie, pommier/franc, cerisier/merisier
Sols calcimagnésiques			Toutes les cultures arboricultures
Sols isohumiques	Figuier, prunier/prunier st julien olivier	Abricotier/prunier, pommier/franc, pommier/paradis, poirier/franc	Agrume, cerisiers/merisier, pêcher/franc, abricotier/pêcher franc, abricotier/franc
Sols marron		Pêcher/prunier st julien, prunier/prunier st julien, abricotiers/prunier, myrobolan, olivier, figuier	Agrume, pécher/franc ; abricotier/pêcher franc ; pêcher/amandier, abricotier/franc, cerisier/st Lucie, pommier/franc, cerisier/merisier
Sols peu évolués	figuier	Pêcher/prunier st julien, prunier/prunier st julien, abricotier/prunier, myrobolan, pommier/paradis	Toutes les cultures arboricoles non adaptées à la texture très fines

V.8. caractéristiques écologiques des essences de reboisement

Pinus pinea (le pin parasol ou pin pignon)

Altitude : peut monter jusqu'à 1200m

Climat : espèce héliophile, elle s'adapte bien au climat méditerranéen, supporte bien les longues périodes de sécheresse

Sol : s'accommode bien des sols très divers, depuis les sables filtrants jusqu'aux terrains marécageux. Supporte néanmoins mal les sols lourds à argile compacte.

Comportement : espèce de base pour tout reboisement, exige le plein découvert pour une bonne réussite.

Résultat obtenu à Draa Nagga

De toutes les variétés de pinus, introduites en 1966 – 1969 dans l'arboretum de Draa Naaga, ce sont celles qui ont donné les meilleurs résultats, malgré le manque total d'entretien de ces plantations. C'est aussi le pin le moins attaqué par la chenille processionnaire. Sa vigueur est excellente et il est d'une croissance appréciable.

***Pinus laricio* (le pin de corse, *Pinnus nigra var.corsicana*)**

Altitude : entre 500 et 1500 m d'altitude

Climat : pousse dans les étages bioclimatiques sub-humides et humides. Il supporte bien les basses températures.

Sol : préfère les sols argileux, graveleux et supporte même les calcaires

Comportement : c'est un arbre dont la rectitude est toujours parfaite et qui peut atteindre 50 m de haut.

Le pin de Corse est une espèce forestière de premier ordre qui donne généralement de bons résultats d'adaptation à ce type de sol.

Bois : donne un bois de bonne qualité

Résultat obtenus à Draa Naaga : la réussite est moyenne, la vigueur est moyenne, les fruits sont rares

Pinus radiata

Altitude : espèce à son optimum sur la côte, peut monter jusqu'à 1300 m

Climat : pousse dans le climat semi-aride doux et subhumide doux, redoute les grands froids (-10 °C), convient parfaitement au climat maritime, supporte bien une période de sécheresse peu accentuée.

Sol : convient aux terrains sablonneux et terrains siliceux, redoute le calcaire, affectionne les sols profonds.

Comportement : arbre de croissance rapide, peut atteindre 30 m de haut, c'est une essence ornementale.

Bois : donne un bois de qualité moyenne, convient parfaitement pour la fabrication de la pâte à papier.

***Cèdrus atlantica* (cèdre de l'Atlas)**

Altitude : peut monter jusqu'à 2300 m (en Algérie), c'est une espèce essentiellement montagnarde

Climat : espèce moins plastique que le chêne vert, le cèdre de l'Atlas est à son optimum sous le climat méditerranéen humide froid à continentalité un peu accentuée. Il préfère l'exposition Ouest et Nord, résiste bien aux basses températures et supporte bien la neige (-15°C)

Sol : s'accommode bien de tous les sols, c'est la constitution physique qui joue un rôle important, affectionne les sols meublés et profonds. Il se localise en Algérie, essentiellement sur les terrains siliceux.

Comportement : espèce éminemment forestière, pousse rapidement et s'adapte à toutes les altitudes, résiste à toutes les maladies, peut atteindre 70 m de haut.

Bois : très apprécié pour sa qualité et sa conservation

***Eucalyptus camaldulensis* (le gommier de camaldoli ou gommier des rivières)**

Altitude : peut monter jusqu'à 700 à 800 m, (à Draa Naaga, station située entre 750 et 900, il a donné de bons résultats).

Climat : la tranche pluviométrique qui lui convient varie de 400 à 650 mm/an. La moyenne des températures minimales est de 5°C et celle des maxima est de 30°C pour le mois les plus chauds.

Sol : l'essence atteint son plus grand développement en terrain d'alluvions profondes, son développement est faible sur les terrains superficiels schisteux ou calcaires, demande des sols légers et profonds, ne supporte pas le calcaire actif.

Comportement : c'est un arbre de 30 à 40 m de haut et de 2,5 à 3 m de circonférence. Son écorce se décortique par plaques et ne donne pas de très grandes forêts.

Résultat obtenus : donne de bons résultats dans son aire écologique. Il faut l'utiliser avec beaucoup de prudence dans le cas du reboisement de Djebel el ouahch. Il ne doit pas être implanté dans toute la zone Sud et Sud-Ouest du reboisement, en raison de la présence du calcaire actif extrêmement redouté. Il peut être planté essentiellement près des oueds et des chaabets, ***Eucalyptus globulus* (l'eucalyptus commun ou gommier bleu)**

La première espèce est introduite en Algérie en 1863 et prit rapidement, par la suite une grande extension

Altitude : se situe entre 0 à 400 m, mais peut monter jusqu'à 1300 m en Algérie (cas de Draa Naaga).

Climat : demande un milieu humide et tiède, le minima des mois les plus froids est 5°C, le maxima des mois les plus chauds est 22°C, pluviométrie optimale 590mm/an. Il est sensible au froid et à la sécheresse.

Son adaptation aux divers microclimats de l'Algérie fait de lui une espèce intéressante. Il se comporte en espèce de pleine lumière.

Sol : demande des sols schisteux superficiels mais s'accommode bien des autres types de sols

Comportement : c'est l'espèce la plus répandue dans le monde. C'est un arbre qui atteint 50m de haut. Son couvert est épais et supprime toute autre végétation

Bois : son bois n'est pas très durable, sa qualité principale est de se courber très facilement

***Cupressus macrocarpa* (le cyprès de Lambert)**

Résistant à la sécheresse, modérément résistant à la gelée (-10°C), croît sur différents types de sols. Il supporte bien le calcaire, affectionne les sols sablonneux des littoraux. Il est également utilisé en montagne moyenne comme excellent brise vent.

***Pinus sylvestris* (le pin sylvestre)**

L'extraordinaire aptitude d'acclimatation de cette espèce lui vaut d'être retenue pour tous les reboisements sur les sols pauvres. Il prospère bien dans les terrains siliceux, argilo siliceux ou calcaires pourvu qu'ils soient d'une certaine profondeur.

Le pin sylvestre peut-être une bonne espèce pouvant s'adapter au milieu de Djebel El Ouahch.

***Eucalyptus sideroxylon* (Mugga ou l'eucalyptus à écorce de fer)**

Il affectionne les sols de types siliceux et prospère en milieu semi-aride et sub-humide. Il supporte modérément la sécheresse et supporte bien les sols argileux et lourds.

***Quercus suber* (chêne liège)**

Climat : prospère en étage subhumide et humide

Pluviométrie et température : 550mm/an au minimum, température moyenne 13 à 18°C et pas moins de 19°C.

Sol : C'est une plante calcifuge qui ne supporte pas le chlorure et les terrains argileux. Par contre, elle s'adapte aux terrains où affleurent les grès numidiens et les sables du Pliocène.

***Quercus mirbeckii* (*Quercus faginea*) chêne zeen**

Altitude : Essence montagnarde (moyenne montagne) monte de 1000 à 1900 m et dépasse rarement les 30 km de la côte.

Climat : très exigeante, cette espèce demande plus de 800 mm/an et ne prend son plein développement qu'aux expositions Nord, à des températures moyennes de 15 à 16°C et peut supporter une température de 18°C. Le chêne Zeen prospère en étage bioclimatique subhumide et humide.

Sol : indifférent

Le chêne liège et le chêne Zeen forment une association climatique au Djebel El Ouahch sur une superficie de 81 à 69 ha (forêt de Beni Mdjaled) et se trouvent dans un état de dégradation assez prononcé. La reconquête de ce milieu par cette association peut jouer un

rôle important dans la lutte contre les différents facteurs de dégradation (feux, surpâturage, abattage d'arbre, etc...).

Quercus afares

C'est un arbre avant tout montagnard, peut descendre jusqu'à 200 m d'altitude. Il se trouve normalement entre 600 et 1500 m.

Il demande une tranche pluviométrique supérieure à 800 mm/an. Plus exigeant que le chêne Zeen, il résiste bien à la chaleur et au froid. Du point de vue édaphique, il exige de sols non calcaires.

L'essence *Quercus* a été, à titre indicatif, considérée comme essence secondaire bien qu'elle se trouve dans son aire écologique. Cependant les problèmes qu'elle pose pour la culture en pépinière font d'elle une essence difficile et aux résultats aléatoires. En conséquence, elle peut être retenue dans le cadre des parcelles d'expérimentation.

Conclusion

L'étude de l'érosion et du transport solide dans les zones semi arides a permis de préciser les facteurs mis en jeu et de quantifier le phénomène d'érosion, afin de mettre au point des techniques d'aménagement anti érosives appropriées.

Les dégâts qui résultent du phénomène d'érosion sont importants et se résument comme suit :

- Une diminution de la fertilité du sol à cause du déplacement de la couche superficielle qui contient les éléments nutritifs, la matière organique et les microorganismes du sol d'une part et la sédimentation et les transports solides sont gênants pour la majorité d'aménagement. Ils se traduisent par:
- L'envasement accéléré des fossés de drainage, des canaux d'irrigation et des réservoirs.
- une réduction de la capacité des lits des rivières, donc un risque d'inondation des terres avoisinantes.
- une augmentation des coûts d'aménagement.

Les cultures annuelles et maraichères doivent être alternées sur une même parcelle. Les cultures annuelles contribueraient alors à l'amélioration de la structure des sols, à l'augmentation du taux de la matière organique et l'enrichissement en éléments fertilisants notamment en azote (N) par la culture des légumes secs.

Ces cultures ne donneront des rendements appréciables que si l'on apporte régulièrement aux sols et en fonction de besoins de chaque culture, de la matière organique (fumier de ferme ou engrais vert) très rapidement minéralisée en sols calcaires.

Les engrais minéraux, riches, en particulier, en azote et phosphore. Les réserves en potasse semblent bonnes. Il est toutefois préférable de maintenir ce taux en apportant des quantités qui compensent les exportations de chaque plante.

L'assolement devra être pratiqué pour varier les profondeurs d'exploitation des sols et équilibrer le sol en N.P.K.

Conclusion générale

Au terme de ce travail de recherche, nous arrivons aux conclusions qui nous paraissent essentielles, pour le massif forestier de Djebel El Ouahch à Constantine.

Il est nécessaire de concilier les activités humaines et le maintien des propriétés naturelles des écosystèmes forestiers pour permettre l'exploitation des ressources sans remettre en cause leur potentiel pour les générations futures. L'intérêt de ces préoccupations concerne la prise en compte obligatoire du contexte socio-économique dans lequel se trouvent nos sites.

Nous pensons que l'affectation d'une valeur patrimoniale à l'ensemble de la forêt de Djebel El Ouahch apparait dans toute sa signification. En effet, le patrimoine naturel ne se monnaie pas, n'entre pas dans les circuits à court terme de l'économie.

Il est indiqué d'adopter des pratiques rationnelles visant un aménagement intégré des écosystèmes agro-sylvo-pastoraux dans le cadre d'une stratégie globale qui passe par :

-Une gestion intégrée des ressources en eau souterraine et de surface, c'est-à-dire une utilisation plus efficace de l'eau pour l'agriculture, et limiter le gaspillage.

-L'alimentation en continu des plans d'eau est primordiale, le captage de toute l'eau en amont (barrages, retenues collinaires) a des impacts nocifs sur la flore et la faune de la zone. L'allocation de l'eau pour les usages environnementaux devrait être une composante clé de la planification et des actions.

-L'aménagement de tous les réservoirs qui ont un potentiel d'emmagasiner de l'eau, qu'ils soient artificiels (cas des lacs de Djebel El Ouahch, en partie, sont asséchés) ou naturels (cas des dolines, au Djebel Kellal et Djebel Oum Settas, par exemple) qui peuvent être aménagés en "lavognes", pouvant servir comme abreuvoirs pour les bêtes, ou même pour l'irrigation.

-Améliorer les moyens d'existence des populations, n'incluant pas seulement les aspects économiques mais également les aspects sociaux de la vie de la communauté, tels que l'assainissement, la santé et l'éducation, car aucune amélioration ne pourrait être attendue si la pauvreté n'est pas réduite.

Il est urgent de réduire les impacts négatifs de l'agriculture sur l'écosystème forestier, il faut notamment, arrêter le défrichement, le labour dans des zones érodables. Il est préférable d'informer les utilisateurs sur les effets potentiels des diverses technologies agricoles, leurs bons et mauvais usages. L'élevage et l'agriculture irriguée ont été identifiés comme forme alternative.

-L'introduction d'espèces forestières, comme le caroubier et d'espèces aromatiques et médicinales.

Il faut contrôler toute exploitation frauduleuse des forêts de pin pignon et mettre des actions pour les préserver et les intégrer dans l'économie du pays.

Nous préconisons la nécessité de l'utilisation durable des ressources naturelles au bénéfice des habitants, ce qui conduira inéluctablement au maintien des propriétés naturelles de l'écosystème.

Références bibliographiques

- AFNOR, 1987** :: "Norme X31-105, juillet 1982 : Calcaire total, évaluation des carbonates" in "Qualité des sols méthodes d'analyse", pp 37-40.
- ALBERGEL , J; BOUFAROUA, M ; PEPIN Y., (1998)** : Bilan de l'érosion sur les petits bassins versants des lacs collinaires en climat semi-aride tunisien.(18). pp.67-75.
- ALCARAZ C., (1983)**: La tetraclinaie sur Terra-Rossa en sous étage subhumide inférieur chaud en Oranie (Ouest algérien). *Ecologia Mediterranea*. Tome IX, Fasc. 2
- ALCARAZ C., (1982)**: La végétation de l'Ouest algérien. Thèse Doct. Es-sc. Univ. Perpignan, 415p + ann.
- ANNANI, Fouzi ; (2013)** : Essai de Biotypologie des zones humides du Constantinois Thèse de Doctorat , Université Badji Mokhtar, 213 p
- ARABI. M., (1991)**: Influence de quatre systèmes de production sur le ruissellement et l'érosion en milieu montagnard méditerranéen (Médéa, Algérie). Thèse géographie, Univ. Grenoble, 272 p.
- ARIS. Y., (1994)**: Etude tectonique et microtectonique des séries jurassiques à plio-quadernaires du Constantinois central (Algérie nord orientale). Caractérisation des différentes phases de déformations. Doctorat d'université, Nancy I, 215 p.
- AUBRY.1 et LAPLACE. G., (1951)**: Dosage de Cr, Ni, Co et Cu dans les minerais de Lorraine. *Bull. Soc. Chim.*, 18, p.204.
- BELHAI. D., (1987)**: Massif de Chounoua, Algérie : Mise en place des flychs en relation avec un cisaillement dextre transcurrent EW responsable de la structure en éventail. Thèse de magistère Université .USTHB Alger 13p. cartes h.-t.
- BENABBAS, C., (2006)**: Evolution mio-plio-quadernaire des Bassins continentaux de l'Algérie Nord Orientale : Apport de la Photogéologie et Analyse Morpho structurale. 6 Thèse Doctorat d'Etat U. Mentouri, Constantine 242p.
- BENZID, Y; BENABBAS, C et ZOUAK, Z; (2014)**: Les apports de la morpho géologie dans l'évaluation des désordres liés aux mouvements de terrain dans la région d'El Aria (Est de Constantine) *Sciences & Technologie D – N°40*, Décembre (2014), pp. 09-14
- BERTON S., (1988)**: La maîtrise des crues dans les bas-fonds. Petits et micro-barrages en Afrique de l'Ouest. Dossier n° 12 CF/GRET/ACCT, 474 p.
- BOUDY P., (1955)** : Economie forestière Nord africaine. Tom IV. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Paris. Larose.481 p.

- BOUROUBA M. (1998):** Phénomène de transport solide dans les Hauts Plateaux Orientaux. Cas de l'Oued Logmane et oued Leham dans le Bassin de la Hodna. Rev. Sci. Technol., 9, 5-11.
- BOUROUGA, S (1989):** Fixation mécanique et biologique des ravines, expérimentation dans la région semi-aride de Beni-Slimane (Algérie), Bull.Rés.Eros. N°9. pp.49-29.
- BOUZENZANA L. (2015) :** Etude diachronique de la régression de la végétation forestière par télédétection dans le massif de Djebel El Ouahch (Constantine).Mémoire de master. Université Constantine1.46P.
- BRIGGS,L et McLANE.J.W.,(1097) :** USDA Bureau of soil,45.
- BUSNARDO.R., (1957):** Etude stratigraphique des marnes à ammonoïdes de la région de Constantine. Publ. Serv. carte géol. Algérie, N.S., Bull. n°12, pp.7-65,10 fig., Algérie.
- CAJA, G et GARGOURI .A., (1995):** Orientations actuelles de l'alimentation des ovins dans les régions méditerranéennes. Options méditerranéennes série A, : pp 51-64
- CALLOT, G., DUPUIS, M., (1980):** Le calcaire actif des sols et sa signification. Bull. AFES, pp17-26.
- CHAPMAN, H.D et PRATT, P.F., (1961):** Methods of analysis for soils, plants and waters. Univ of California, U.S.A.
- CHAUMIER, J., (1994):** Les Banques de Données. Paris, Presses Universitaire de France, 1994. (4è édition, Que Sais-je).
- CHAUMONT, M et PAQUIN, C., (1971):** Carte pluviométrique de l'Algérie au 1/500.000. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord., 4 feuilles.
- CHEBBANI, R., MEDEDJEL, N., BELAIDI S.A., 1999:** Application de le G.C.E.S. dans la région de Tlemcen, Algérie. Bull. Réseau Erosion no 15 489-497.
- CHIBANI, R., DJILILI, K., ROOSE, E., (1999):** Etude à différentes échelles des risques d'érosion dans le Bassin versant de l'Isser. Bull. ORSTOM, Rés. EROS., 19, pp.85-95.
- COIFFAIT, P. E., (1992):** Un bassin post-nappe dans son cadre structural l'exemple du bassin de Constantine (Algérie Nord Orientale). Thèse Doctorat Sciences. Nancy I., 502p.
- COSANDEY C., ROBINSON M., (2000):** Hydrologie continentale, Armand Colin, Paris, 2000, 368 p.
- COTE, M., 1974: Les régions bioclimatiques de l'Est algérien. C.U.R.E.R Université de Constantine, rapport inédit.
- COTE M., (1974),** Les régions bioclimatiques de l'Est algérien. Rhumel, 6 : pp 57-71.

- DAGET, Ph., (1977):** Le bioclimat méditerranéen: caractères généraux, modèles de caractérisation. *Végétation*, vol. 34 (1) : pp.1 - 20.
- DEMMAK, A., (1982) :** Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides en Algérie septentrionale. Thèse de docteur ingénieur, Paris, France, 323 p.
- DOUCET, R., (2006):** Le climat et les sols agricoles. Ed. Berger, Eastman, Québec. XV, 443 p.
- DURAND-DELGA, M., (1969):** Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berbérie. Publ. Serv. Carte géol. Algérie, N.S., Bull. n°39,p 89-131, 9 fig., Algérie.
- EMBERGER, L., (1955).** Une classification biogéographique des climats. *Trav. Lab. Bot. Zool.*, Montpellier, 7: pp 3-43.
- EMBERGER, L., (1942):** Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 77, pp.97-124.
- ESCOURROU, G., (1981):** Climat et environnement, Masson.192p.
- FAO., (1977):** Crop water requirements. J. Doorenbos and W. Pruitt. *Irrigation and Drainage Paper 24*. FAO, Rome. 144 p.
- FELIDJ, M., BOUAZZA, M. et FEROUANI, T., 2010:** Note sur le cortège floristique et l'intérêt de la plante médicinale *Ammoides pussila* (verticillata) dans le Parc national des Monts de Tlemcen (Algérie occidentale). *Géo-Eco-Trop.*, 2010, 34 : pp.147-154
- FENET, B., (1975):** Recherche sur l'alpinisation de la bordure septentrionale du bouclier africain à partir de l'étude d'un élément de l'origine nord-magrébine : les Monts du Tessala et les massifs du littoral oranais.
- GANNA M.(2014) :**Réalisation de la carte d'occupation du sol de la région de Djebel El Ouahch.Memoire de masterniversité Constantine1.37P.
- GERMOSEN-ROBINEAU L., (1997):** Inventaire et validation de plantes médicinales pour des soins de santé primaire. : www.funredes.org/tramil/ .
- GHENIM A., TERFOUS, A et SEDDINI, A., 2007:** Etude du transport solide en suspension dans les régions semi arides méditerranéennes : cas du Bassin versant de l'Oued Sebdu (Nord-Ouest algérien). *Sécheresse*, 18, pp.39-44.
- GHORBEL, A., CLAUDE, J., (1977):** Erosion et transport solide dans les eaux continentales,(122).pp.219-232.
- GIRARD, C.M., (1999):** Traitement des données de télédétection, Dunod, Paris
- GLANGEAUD, L.,(1932):** Etude géologique de la région littorale de la province d'Alger. Publ.Serv.Carte Géol. Algérie, 2° série, 8, pp.1-600.

- GRECO, J., (1978):** L'érosion, la défense et la restauration des sols -le reboisement en Algérie, M.A.R.A, Alger
- HAFID, N., (2006):** L'influence de l'âge, de la saison et de l'état physiologique des caprins sur certains paramètres sanguins. Mémoire de Magistère en Sciences vétérinaires, Univ de Batna, 101p
- 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 PWD, 83p.
- HEUSCH, B. , (1970) :** L'érosion du pré-Rif. Une étude quantitative de l'érosion hydraulique dans les collines marneuses du pré-Rif occidental. Ann. Rech. Forest. Maroc, Rapp. Annu.; Vol. 12 : pp.9-176.
- LAAZIZ, O.,(2009);** Etude géologique, sédimentologique et analyse structurale du rocher de Constantine-Djebel Kellal, magister université Mentouri Constantine, 138p
- LAFFITE, R., (1939):** Etude géologique de l'Aurès. Thèse, Paris, Bull. Serv. Carte géologique Algérie, Alger, 2eme édition, 484 p.
- LAHLOU, R., (1990):** Soil erosion and degradation: the global risks. advances in soil science 11; pp.130-172.
- LAHONDERE, J.C., (1987):** Les séries ultra telliennes d'Algérie nord-orientale et les formations environnantes dans leur cadre structural. Thèse doctorat d'état, Université Paul Sabatier, Toulouse, 238 p.
- LAVIGNE, D.P.H., BOUCHER, L., VIDAL, L., (1996):** Les bas-fonds en Afrique tropicale humide : stratégies paysannes, contraintes agronomiques et aménagements" in Pichot et al eds. Fertilité du milieu et stratégies paysannes sous les tropiques humides, actes du séminaire international, CIRAD, pp. 148-161.
- LE HOUEROU, H.N., (1989):** Classification éco-climatique des zones arides (s.l.) de l'Afrique du Nord. Ecologia Mediterranea, XV (3-4) ; pp.95-144.
- LE HOUEROU, H.N., HAYWOOD, M. et CLAUDIN, D., (1975):** Etude phytoécologique du Hodna. F.A.O, Rome, 154 p. + cartes.
- LUCIDO, M., (1972):** Climatologie et hydroclimatologie du HODNA, (Algérie). F.A.O. Rome.
- MAGNE, J., (1955):** Principales espèces de foraminifères caractérisant les niveaux de la feuille Ain Tagourt. Rapport interne S.N. REPAL, inédit, 3p.
- MARTINE CROISIER, YANICK CROISIER., (2012):** Alimentation animale, besoin, aliments et mécanismes de la digestion des animaux d'élevage. Edit. EDUCAGRI.P133.

- MEDJRAB, A., (2005):** Etude de la pluviométrie de l'Algérie Occidentale : approche statistique, cartographie automatique. Thèse de doctorat d'état, USTHB, Alger,
- MEGNOUNIF, A., (2007):** Étude du transport des sédiments en suspension dans les écoulements de surface. Thèse de Doctorat, Univ. Tlemcen, Algérie, 164 p.
- MEGNOUNIF, A., TERFOUS, A et BOUANANI, A., (2003):** Production and transport of suspended sediment transport in the Upper-Tafna river basin (North-West Algeria). Rev. Sci. Eau, 16, pp.369-380
- M'HIRIT, O., (1993) :** Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti). Présentation générale et état des connaissances à travers le réseau *Silva Mediterranea* "Le Cèdre". In : Le cèdre de l'Atlas. Actes du séminaire international sur le cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc), 7 – 11 Juin 1993. Annales de la recherche forestière au Maroc 27 (spécial). Pp : pp.4-21.
- MERZOUKI, T., (1992):** Diagnostic de l'envasement des grands barrages marocains. La Revue marocaine du Génie civil, 38 : pp.46-50.
- MEYER, Christian., (2009):** Influence de l'alimentation sur la reproduction des bovins domestiques. Système d'élevage et produits animaux Cirad. 52p
- MILLIMAN, J. D. et MEADE, R. H., (1983):** World-wide delivery of river sediment to the oceans. J. Geol. 91, pp.1-21.
- MOUKHCHANE, M et al. (1998):** Approche cartographique et magnétique pour l'identification des sources de sédiments : cas du Bassin versant Nakhla (Rif, Maroc). Sécheresse; 9; 3 : pp.227-232.
- OLSEN, S. R., C. V. COLE, F. S. WATANABE AND L. A. DEAN., (1954):** Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. U. S. Department of Agriculture Circular No. 939. Banderis, A. D., D. H. Barter and K. Anderson. Agricultural and Advisor
- PDAU., (2006):** La révision du Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de la Commune de Zighoud Youcef, pp.19-30.
- PDAU., (2010):** La révision du Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme intercommunal de Constantine, El Khroub, Hamma Bouziane, Didouche Mourad, Ain Smara et Ben Badis, pp.21-22 .
- QUEZEL, P., (2000):** Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen, Ibis Press, Paris, 117 p.
- QUEZEL, P., (1976):** Les forêts du pourtour méditerranéen : écologie, conservation et aménagement. UNESCO, Notes techniques du M.A.B., 2, pp. 9-33.

- RAOULT, J F., (1974):** Géologie du centre de la chaîne numidique (Nord Constantinois, Algérie). Mém. Soc. Géol. Fr., N.S., t. LIII, n°121, 164 p., 62 fig., 11 pl.h.t.
- RAUNET, M., (1985b):** Bas-fonds et riziculture en Afrique; approche structurale et comparative. L'Agronomie Tropicale, 40 (3), pp. 181-201.
- RAIS, S et. ABIDI, M., 1989:** Révision du transport solide sur un bassin versant. Application à l'envasement d'une retenue. pp.296-300P.
- REMY, J.C., LE BISSONNAIS, Y., (1998):** Comparaison des phénomènes d'érosion entre le Nord et le Sud de l'Europe : ampleur des problèmes et nature des mécanismes . Bulletin réseau érosion 18, pp.15- 32.
- RIVAS MARTINEZ., (1982):** Les étages bioclimatiques, secteurs chorologiques et séries de végétation de l'Espagne méditerranéenne. *Ecologia Mediterr* - (1-2). pp.275-288.
- DAJOZ R., (1971):** Ouvrages récents sur L'écologie et l'environnement. Précis d'écologie. Paris, Dunod (2e édition), 434 p., 140 fig.
- RUIZ-FIGUEROA, J.F., (1983):** Effect of various types of cover on soil detachment by rainfall. Les processus géomorphologiques. Colloque Benelux, 3. Liège (BE).
- SARI, A., (2002):** Initiation à l'hydrologie de surface. Tome 1 Cours ; Tome 2 exercices.
- SELTZER, P., (1946):** Le climat de l'Algérie. 1 vol., 219 p. Carbonel, Alger.
- SNOUSSI, M., JOUANNEAU, J.M et LATOUCHE, C., (1990):** Flux de matières issues de bassins versants de zones semi-arides (Bassins du Sebaou et du Souss, Maroc). Importance dans le bilan global des apports d'origine continentale parvenant à l'Océan Mondial. *J. Afric. Earth Sci.*, 11, pp.43-54.
- SOGREAH., (1983):** Erosion et transport solide au Maghreb. Analyse bibliographique. Rapport du projet RAB/011/PNUD.
- SPRUMONT, J AECP (2009) :** Haïti .. Alimentation des bovins laitiers. P37.
- STEINBERG, J., (2002):** Cartographie, Systèmes d'Information Géographique et Télédétection, Paris, Campus géographie, Armand Colin, 160 p.
- SUCHET, P., (1992):** Fluvial suspended sediment transport and mechanical erosion in the Maghreb (North Africa). *Hydrol Sci J.* 37(6), pp.621-637.
- TERFOUS, A., MEGNOUNIF, A et BOUANANI A., (2003):** Détermination des dégradations spécifiques dans trois bassins versants des régions méditerranéennes algériennes : Hydrology in the mediterranean and semi-arid regions. Servat E., W. Nadjem, C. Leduc et A. Shakeel (Éditeurs). (Proc. Sympo. Montpellier, France, avril, pp.366-372. IAHS Pub. 278, IAHS Press, Wallingford, UK

- TERFOUS, A., MEGNOUNIF, A et BOUANANI, A., (2001):** Etude du transport solide en suspension dans l'oued Mouilah (Nord-Ouest Algérien). Rev. Sci. Eau, 14, pp.175-185.
- TIXERONT, J., (1960°:** Les débits solides des cours d'eau d'Algérie et de Tunisie. Etudes hydrologiques, Série II, Secrétariat Agricole .Tunis
- 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, 42p.
- ULYSSE, S., (2001):** Etude-Diagnostic des bassins versant. Laplace et Simonnette (Commune Dessalines). Mémoire de fin d'étude agronomique, FAMV, Damien, Haïti, 54p.
- VEIHMEYER,F.J et HENDRIKSON,A.H.,(1939) :** Soil Sci.,32,181-193.
- VILA, J.M., (1980):** La Chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. Thèse Doc. Sc. Nat. Univ. Pierre et Marie Curie. Paris VI, 450p.
- VILA, J.M., (1977):** Carte géologique de l'Algérie au 1/50 000, feuille n°74, EL ARIA avec notice explicative détaillée (levés de S. Guellal et. Vila J-M). Serv. Carte géol., Algérie/SONATRACH.
- WALLING, D. E., (1984):** The sediment yields of African rivers. In: Challenges in African Hydrology (ed. by D. E. Walling, S. S. D. Foster& P. Wurzel) (Proc. Harare Symp., July 1984), 265-283. IAHS Publ. N°. 144.
- YAHY, N et BENHOUBOU, S., (2010):** Zones importantes pour les plantes en Méditerranée méridionale et orientale. Sites prioritaires pour la conservation. UICN., pp. 27-30.

Annexe

Les profils culturaux

Sols peu évolués

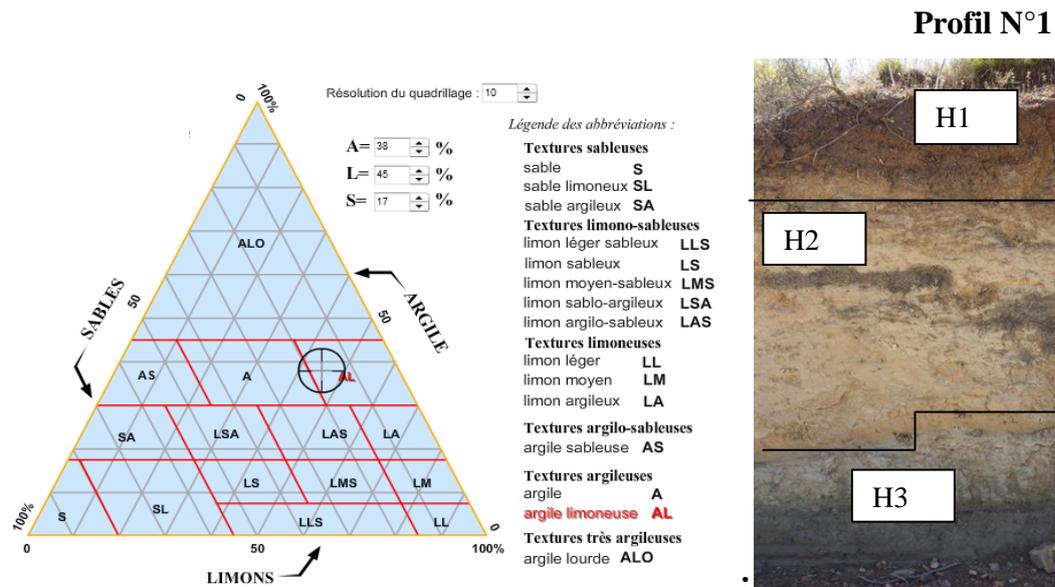


Figure 60: aspect textural du profil (Charchara)

Localisation: Charchara

Coordonnées géographiques : 6°50'42,653''E

36°32'52,659''N

Lithologie : sable ; **Pente :** 12 à 25% ; **Aspect de surface :** 20 à 25% gravier et quelques cailloux. ; **Végétation :** mélange de chêne vert et chêne liège. ; **Drainage externe :** bon
Drainage interne : moyen

Horizon A (0-40 cm):

Sol sec, brun, limono-argileux, structure polyédrique sub-angulaire fine, matière organique décelable, poreux, quelques galeries (terriers) de débris organiques moyennement décomposés, activité biologique importante, effervescence à l'HCL, calcaire diffus enraciné friable, transition diffuse.

Horizon B (40-80 cm) :

Sol sec, brun, argilo-limoneux, structure polyédrique sub-angulaire moyenne à grossière, matière organique moyennement décelable, moyennement poreux, effervescence à l'HCL,

calcaire diffus, activité biologique moyennement importante, présence de fissures entre agrégats, compact, plastique, transition diffuse.

Horizon C (80-120cm) :

Sol sec, brun, argilo-limoneux, structure polyédrique moyenne à grossière, quelques racines fines, vive effervescence à l’HCL, calcaire diffus, compact, plastique, présence de fissures.

Sols isohumiques

- **Profil N°1**

Localisation: Taffah

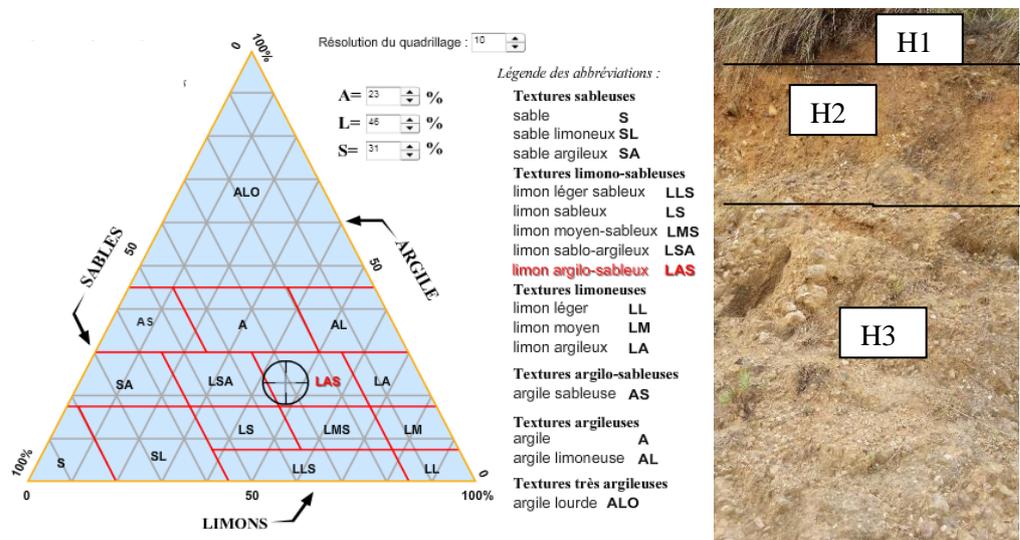


Figure 61 : Aspect textural du profil (Taffaha)

Cordonnées géographiques : 6°50’42,653’’E

36°32’52,659’’N

Lithologie : marnes et calcaires . **Pente :** 12 à 25%. **Aspect de surface :** 10 à 20% gravier et quelques cailloux. **Végétation :** chêne liège. **Drainage externe :** bon. **Drainage interne :** moyen

Horizon 1(0-40 cm) :

Sol sec, brun, limono-argilo-sableux, structure grumeleuse, matière organique décelable, poreux, activité biologique importante, très vive effervescence à l’HCL, calcaire diffus, enraciné, élément grossiers 10 -20% gravier et quelque cailloux, faible transition graduelle

Horizon 2 (40-80cm)

Sol sec, brun, limono-argileux, structure polyédrique subangulaire fines, activité biologique faiblement importante, très forte effervescence à l’HCL, calcaire diffus, élément grossiers 3-7% gravier, moyennement compact, transition graduelle

Horizon 3 : la roche mère est une marne altérée

Profil N°2

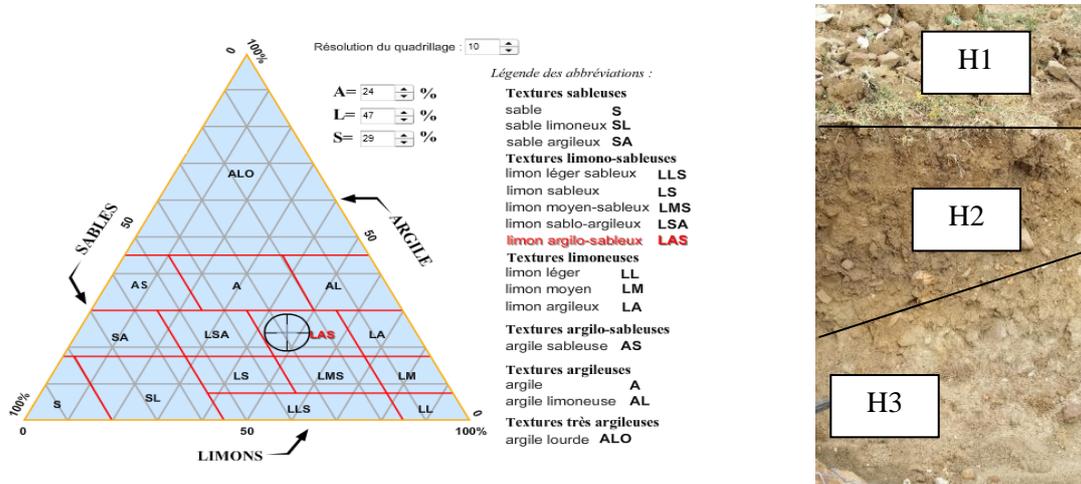


Figure 62 : aspect textural du profil (Oued Boukarkar)

Localisation : Oued Boukarkar

Cordonnées géographiques : 6°45'50,651''E

36°32'52,659''N

Lithologie : argile **Pente :** 12 à 25% **Aspect de surface :** 2 à 4% gravier et quelques cailloux

Végétation : chêne liège. **Drainage externe :** bon **Drainage interne :** moyen

Horizon 1 :

Sol sec, brun, limono-argileux, structure grumeleuse, matière organique moyennement décelable, activité biologique importante, effervescence à l'HCL, calcaire diffus, élément grossiers 2-4 % graviers, racines fines perpendiculaires, friable, transition graduelle.

Horizon 2 :

Sol humide, brun, argilo-limoneux, structure polyédriques sub-angulaire, fine à moyenne, effervescence à l'HCL, calcaire diffus, racine fines, élément très faible, compact, transition diffuse.

Horizon 3 :

Sol humide, brun-claire, argileux, structure polyédrique à prismatique, effervescence à l'HCL, calcaire diffus, présence de fissures de retrait.

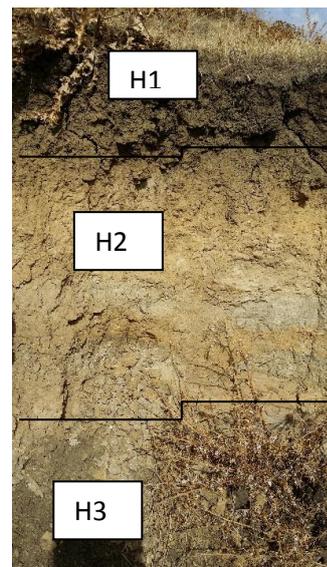
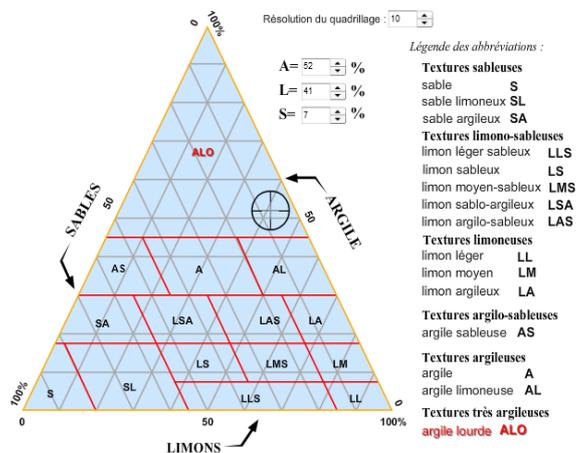


Figure 63 : aspect textural du profil (El Haria)

Profil 3

Localisation : El Haria

Cordonnées géographiques : 6°50'55,042''E

36°13'59,917''N

Lithologie : glacis d'érosion (dépôts d'argile) **Pente** : 1 à 3% **Aspect de surface** : < 2% graviers. **Végétation** : terre labourée **Drainage externe** : moyenne **Drainage interne** : médiocre

Profil 4

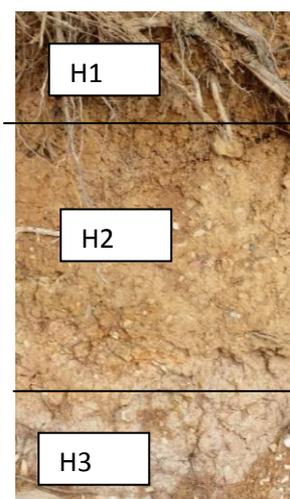
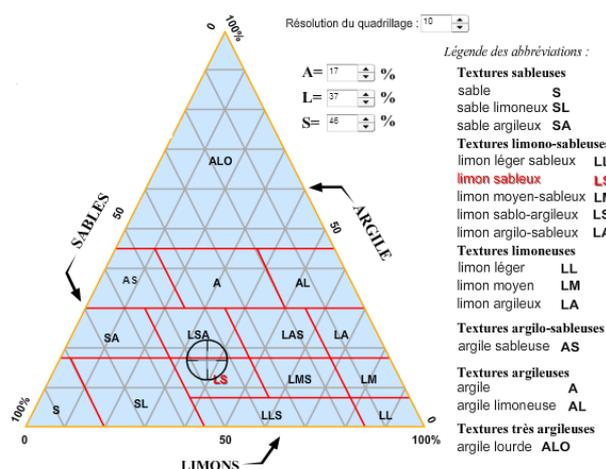


Figure 64: aspect textural du profil (El Hambli)

Localisation : El Hambli

Cordonnées géographiques : 6°55'25,966''E

36°13'48,234''N

Lithologie : grès numidien **Pente :** 1 à 3%% **Aspect de surface :** 5 à 10% graviers.

Végétation : terre labourée + forêt de pin pignon **Drainage externe :** bon **Drainage interne :** moyen

Horizon 1 (0-40cm)

Sol sec, brun, limono-sableux, structure polyédrique subangulaire fine, matière organique moins développée, poreux, quelques galeries, débris organique moyennement décomposé, activité biologique importante, albescente d'effervescence à l'HCL, calcaire non diffus.

Horizon 2 (40-80cm)

Sol sec, brun clair, limono-sableux, structure polyédriques sub-angulaire moyenne à grossiers, matière organique moyennement décelable, albescente d'effervescence à l'HCL, calcaire non diffus, activité biologique moyennement importante, présence des fissures entre agrégats, compact, plastiques

Horizon 3 (80-120 cm)

Sec, brun clair, limono-sableux, structure polyédriques sub-angulaire, quelques racines fines, absence d'effervescence à l'HCL, calcaire diffus, compact, plastique, présence de fissures.

Sols calci-magnésiques

Profil 1 :

Localisation : Meridj

Cordonnées géographiques : 6°55'25,966''E

36°13'48,234''N

Lithologie : marne et calcaire **Pente :** 1 à 3%% **Aspect de surface :** < 2% graviers.

Végétation : terres labourés + des parcours **Drainage externe :** bon **Drainage interne :** moyen

Horizon 1 (0-40cm)

La présence du calcaire en forte teneur, sols brun foncé humide, argilo-limoneux, structure grumeleuse, matière organique décelable, moins poreux, une activité biologiques très importante, effervescence à l'HCL, calcaire diffus, éléments fins <2%.

Horizon 2 (40-80cm)

Sol humide, brun rouge, argilo-sableux fin, structure faiblement particulaire, moins humilier, enracinement abondant, quelque migration d'humus plus foncées sur trajet de racines et quelque fortes dessiccation, porosité encore élevée

Horizon 3 (80-120 cm)

Cipolin très altéré brun, humide, sableux fin, meuble peu cohérent, enracinement faible

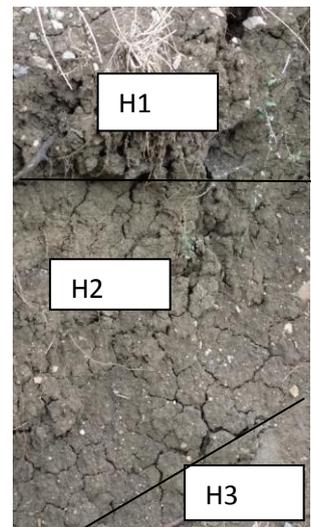
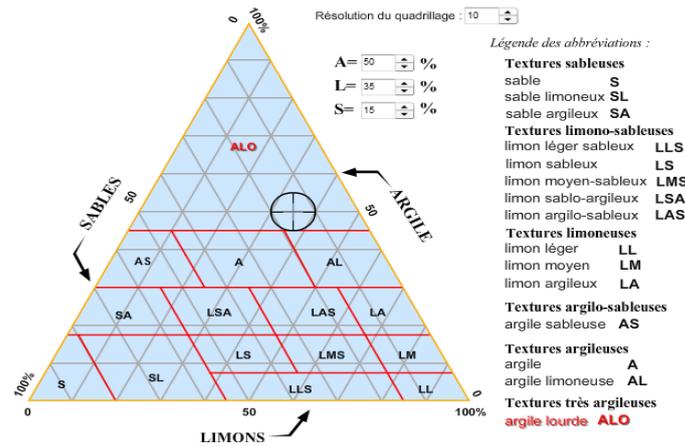


Figure 65: aspect textural du profil (El Meridje)

Profil 2

Localisation : Sidi Abdellah

Cordonnées géographiques : 6°49'32,567''E

36°15'15,782''N

Lithologie : marne et calcaire **Pente** : 3 à 7% **Aspect de surface** : 10 -15 % graviers et argile et du calcaire. **Végétation** : maquis de chêne vert **Drainage externe** : bon **Drainage interne** : moyenne

Horizon 1 (0-40 cm)

Brun foncé, humide argileuse, structure massive, secondairement polyhyrique grossière ou à tendance particulaire, peu humifère, enracinement faible, porosité faible.

Horizon 2 (40-80 cm)

Brun, humide, humifère, argilo-sableux assez tassé, structure grumeleuse, radicelles abondantes.

Horizon 3 (80-120 cm)

Brun, légèrement humide, argilo-sableux, structure peu nette, plus ou moins polyédrique grossière, enracinement quasi nul, calcaire.

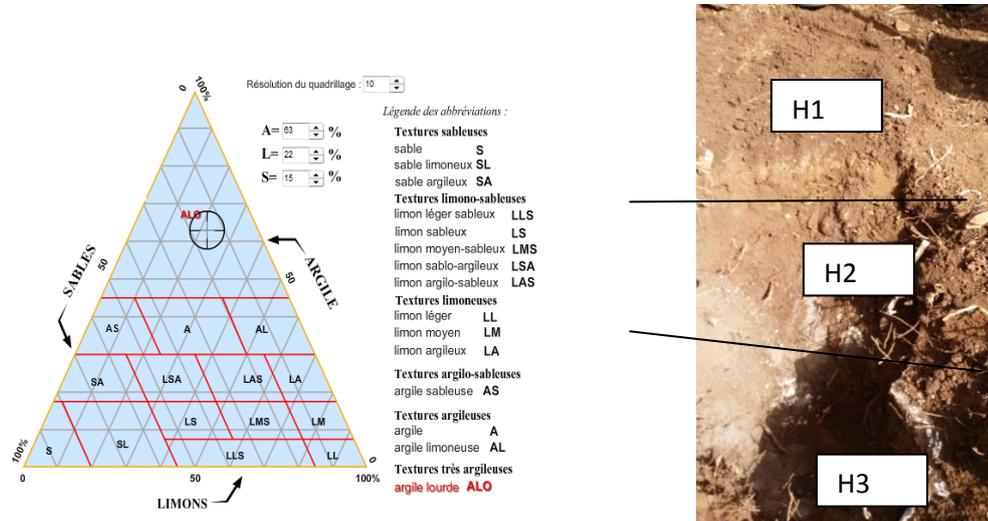


Figure 66: aspect textural du profil (Sidi Abdellah)

Profil 3

Localisation : El Biar

Cordonnées géographiques : 6°50'9,167''E

36°26'15,297''N

Lithologie : argile- sable et limon du Quaternaire **Pente** : 3 à 12% **Aspect de surface** : 10 - 15

% graviers et argile- sable et limon. **Végétation** : maquis de chêne liège **Drainage externe** :

bon **Drainage interne** : moyen

Horizon1 (0-40cm)

Sol brun, humide, diffus ou migration d'humus sur les trajets de racines, argilo-limoneux, structure nuciforme à faiblement grumeleuse

Horizon2 (40-80 cm)

Sol brun claire, avec quelque débris organiques, structure nuciforme, polyédrique fine, enracinement moyen à faible, cohésion moyennement forte, porosité moyenne

Horizon 3 (80-120cm)

Passage progressif à une altération jaunâtre, humide, meuble et friable

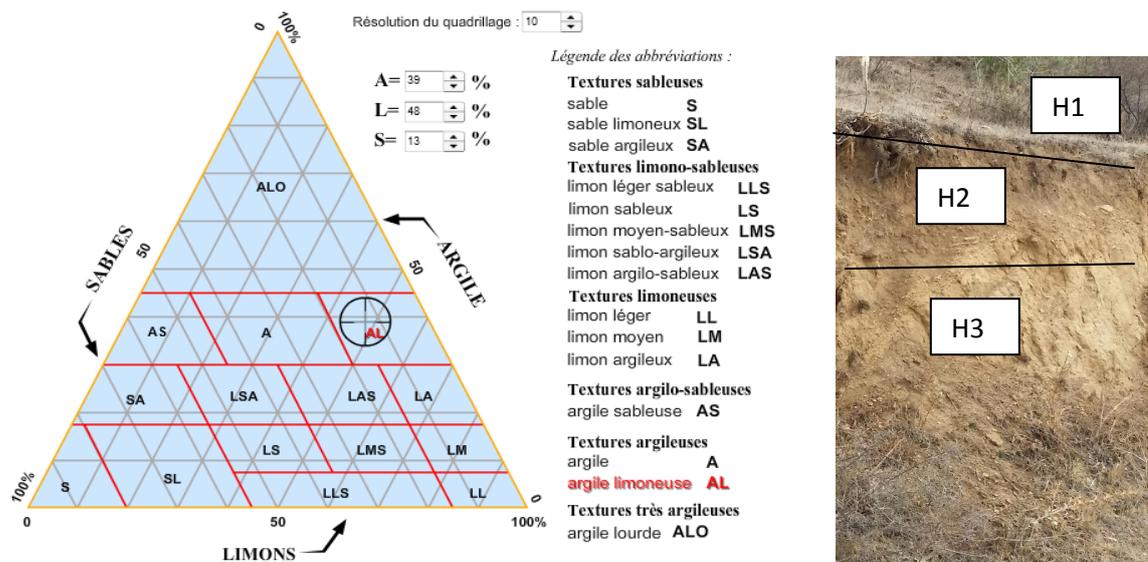


Figure 67 : aspect textural du profil (El Biar)

Profil 4

Localisation: Tessinga

Cordonnées géographiques : 6°52'24,536''E

36°25'21,23''N

Lithologie : argile et des grès numidien

Pente : 3 à 12%

Aspect de surface : 10 -15 % graviers et argile et des cailloux des grès. **Végétation :** maquis de chêne liège, Asphodèle et Diss **Drainage externe :** bon **Drainage interne :** moyen

Horizon1 (0-40 cm)

Sol sec, brun, limono-argileux, structure grumeleuse, matière organique décelable, poreux, quelques galeries, activité biologique importante, racine fine et moyennes, éléments très faibles, agrégats moyennement compacts, peu plastique, transition diffuse

Horizon 2 (40-80 cm)

Sol sec, brun, argilo-limoneux, structure polyédrique sub-angulaire, matière organique moyennement décelable, poreux, débris organiques fortement décomposé, activité biologique moyennement importante, plastique, transition diffuse

Horizon 3 (80-120 cm)

Sol ec, brun, argileux, structure prismatiques moyenne, matière organiques faible décelable, faiblement enraciné, compact, plastique.

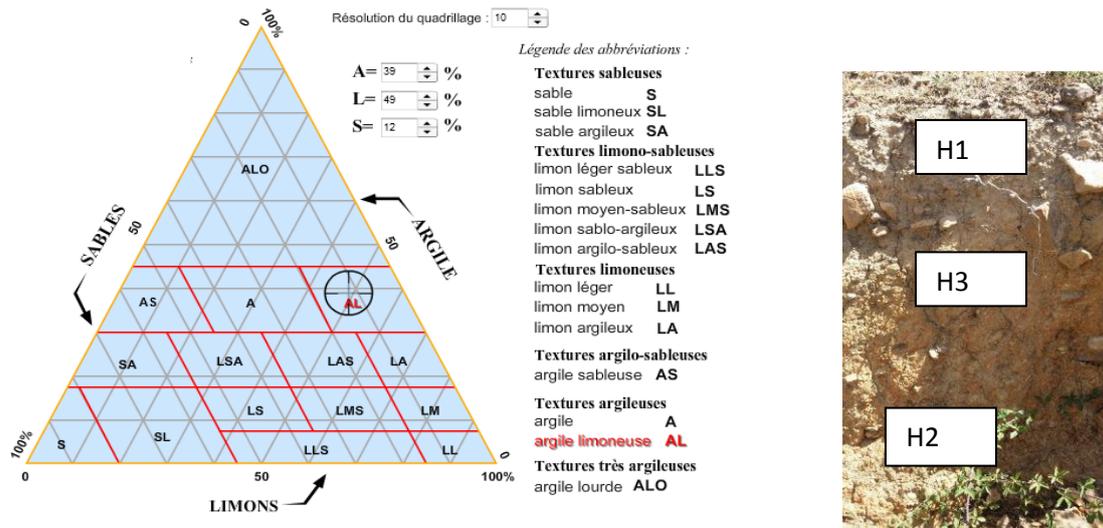


Figure 68 : aspect textural du profil (Tessinga)

IV.1.4. Sols marron

Profil 1

Localisation : Oum Settas

Cordonnées géographiques : 6°52'24,536''E

36°25'21,23''N

Lithologie : Nappe tellienne + calcaire **Pente** : 3 à 12% **Aspect de surface** : 25 - 50 %
graviers + calcaire. **Végétation** : maquis de chêne vert (dégradé). **Drainage externe** : bon

Drainage interne : moyen

Horizon 1 (0-40 cm)

Sec, brun, limono-argileux, structure grumeleuse, matière organique décelable, poreux, quelques galeries, activité biologique importante, racines fines et moyennes, éléments moyennement faibles, agrégats très compacts, plastique, transition diffuse

Horizon 2 (40-80 cm)

Sec, brun, sablo-limoneux, structure polyédrique sub-angulaire, matière organique moyennement décelable, poreux, débris organiques moyennement décomposés, activité biologique moyennement importante, plastique transition diffuse, calcaire.

Horizon 3 (80-120 cm)

Sol sec, brun, limono-sableux, structure prismatique moyenne, matière organique faible, décelable, faiblement enraciné, compact, plastique, présence de débris de coquille calcaires.

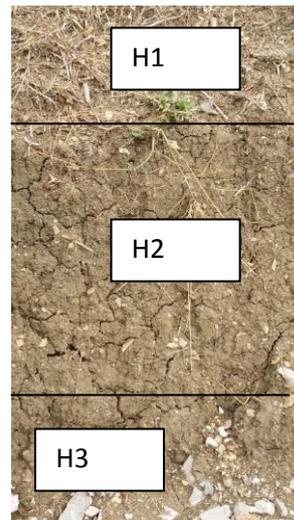
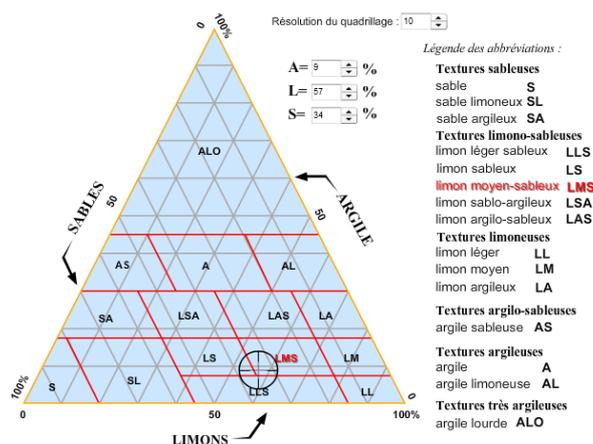


Figure 69 : aspect textural du profil (Oum Settas)

Sols alluviaux

Profil 1

Localisation : Mihoubi

Cordonnées géographiques : 6°42'24,291''E

36°30'4,629''N

Lithologie : argile et quelque marne. **Pente** : 3 à 12% .**Aspect de surface** : 25 -50 % graviers.

Végétation : terre cultivé. **Drainage externe** : bon. **Drainage interne** : moyen

Horizon 1 (0-40 cm)

Sol finement crevassé, bien structuré, grumeleux à prismatique, texture irrégulière, enracinement important, cohésion assez forte, porosité élevée

Horizon 2 (40-80 cm)

Sol brun jaune, argilo-sableux, structure moyennement massive, secondairement polyédrique, enracinement plutôt faible, cohésion assez forte

Horizon 3 (80-120cm)

Sol brun clair, sec, argilo-sableux, ne présente pas d'effervescence à l'acide (HCl)

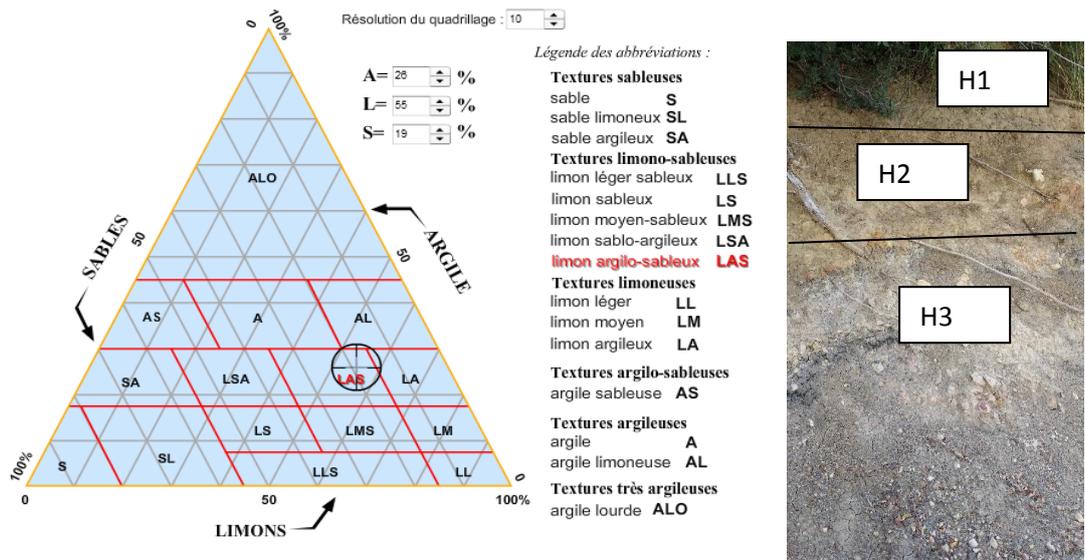


Figure 70 : aspect textural de profil (Mihoubi)

Profil 2

Localisation : Aioun Saad

Cordonnées géographiques : 6°39'42,942''E

36°27'54,025''N

Lithologie : argile et sable **Pente :** 3 à 12% **Aspect de surface :** 25 -50 % graviers.

Végétation : terre cultivé. **Drainage externe :** bon. **Drainage interne :** moyen

Horizon 1 (0-40 cm)

Sol d'une structure faiblement nuciforme à tendance particulaire, enracinement important, cohésion forte, porosité élevée

Horizon 2 (40-80 cm)

Sol brun, argilo-sableux, structure moyennement massive, secondairement polyédrique, enracinement plutôt faible, cohésion assez forte

Horizon 3 (80-120cm)

Sol brun clair, sec, argilo-sableux, cohésion faible, structure polyédrique, enracinement faible

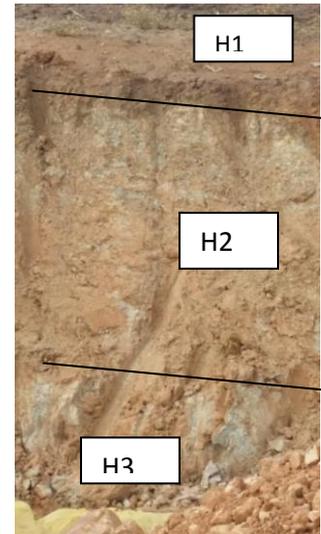
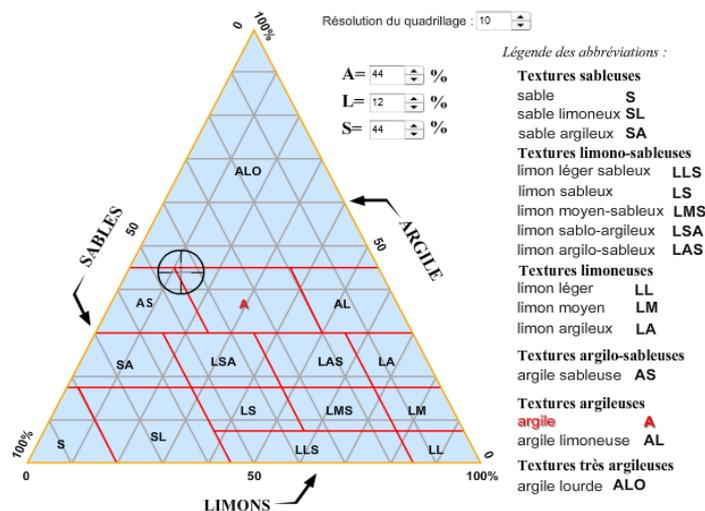


Figure 71 : aspect textural du profil (Aiuoun Saad)

Profil 3

Localisation : Mdjabria

Cordonnées géographiques : 6°39'42,942''E

36°27'54,025''N

Lithologie : argile et sable .**Pente :** 3 à 12% .**Aspect de surface :** 1 -3 % graviers

Végétation : terre cultivée .**Drainage externe :** bon .**Drainage interne :** moyen

Horizon 1 (0-40 cm)

Sol a une structure faiblement grumeleuse, activité biologique moyennement importante, matière organique moyennement décelable, enracinement important, cohésion forte, porosité élevée

Horizon 2 (40-80 cm)

Sol brun, argilo-sableux, structure moyennement sub-angulaire, sec, enracinement plutôt faible, cohésion moyennement forte.

Horizon 3 (80-120cm)

Sol brun, sec, argilo-sableux, cohésion faible, structure polyédrique, enracinement faible.

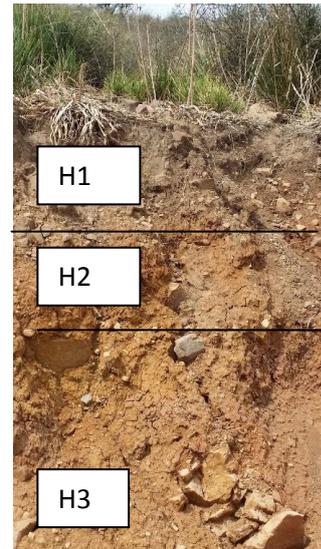
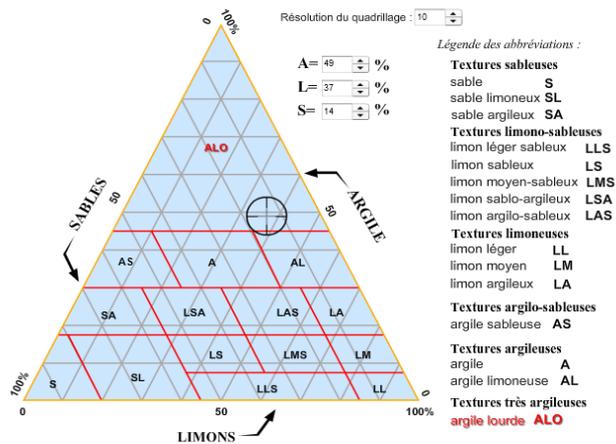


Figure 72 : aspect textural du profil (Medjabria)

Profil 4

Localisation : Sidi El Houes

Cordonnées géographiques : 6°39'42,942''E

36°27'54,025''N

Lithologie : limon et sable **Pente :** 3 à 12% **Aspect de surface :** 1 - 3 % graviers **Végétation :** Chêne liège, Asphodèle, Calycotome, Diss **Drainage externe :** bon **Drainage interne :** moyen

Horizon 1 (0-40 cm)

Sol sec, Structure plus ou moins grumeleuse, activité biologique moyennement importante, matière organique moyennement décelable, enracinement important, cohésion faible, porosité élevée

Horizon 2 (40-80 cm)

Sol brun, limono-sableux, structure moyennement subangulaire, sec, enracinement plutôt fort, cohésion moyennement faible.

Horizon 3 (80-120cm)

Sol brun, sec, limono-sableux, cohésion faible, structure polyédrique, enracinement fort.

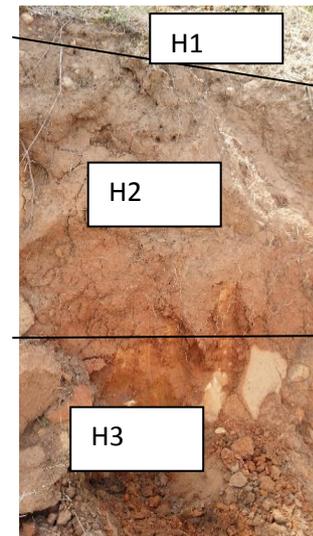
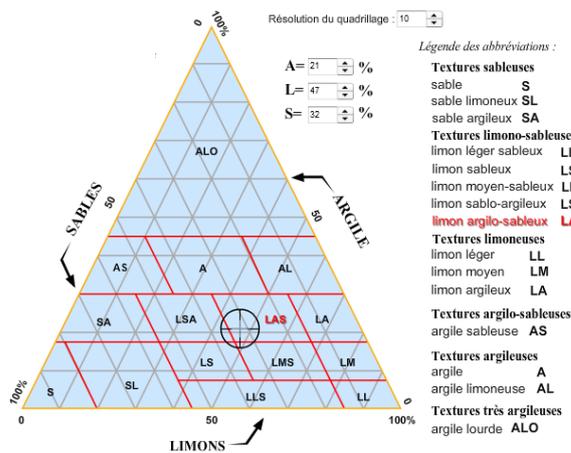


Figure 73 : aspect textural du profil (Sidi El Houes)

Profil 5

Localisation : Ain Zourg

Cordonnées géographiques : 6°39'42,942''E

36°27'54,025''N

Lithologie : grés numidien **Pente :** 3 à 12% **Aspect de surface :** 2 -10 % graviers

Végétation : Chêne liège **Drainage externe :** bon **Drainage interne :** moyen

Horizon 1 (0-40 cm)

Sol sec, brun, argileux- limono, structure grumeleuse, matière organique décelable, poreux, quelques galeries, activité biologique importante, racine fine et moyennes, éléments très faibles, agrégats moyennement compacts, peu plastique, transition diffuse

Horizon 2 (40-80 cm)

Sol brun, limono-sableux, Sec, structure prismatiques moyenne, matière organique faible décelable, faiblement enraciné, compact, plastique

Horizon 3 (80-120cm)

Sol brun, sec, limono-sableux, cohésion faible, structure polyédrique, enracinement fort.

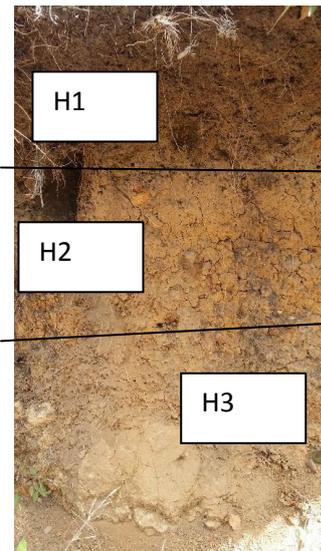
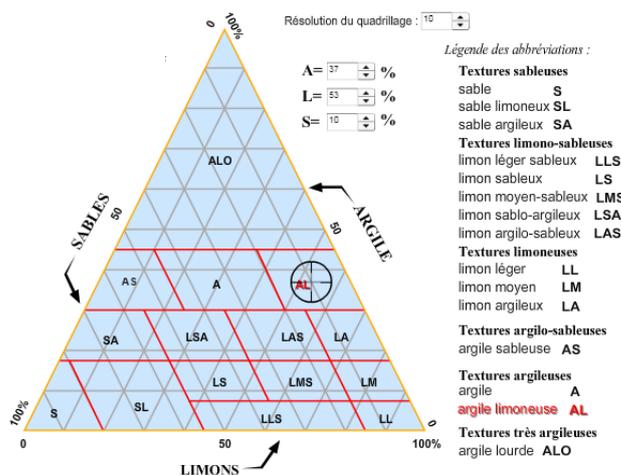


Figure 74 : aspect textural du profil (Ain Zourg)

IV.1.6. Sols bruns

Profil 1

Localisation : Kef Lakhal

Cordonnées géographiques : 6°47'30,950''E

36°24'24,04''N

Lithologie : grès Numidien **Pente :** 25 à 50% **Aspect de surface :** 20 -25 % graviers

Végétation : terre cultivée + Pin Pignon **Drainage externe :** bon **Drainage interne :** moyen

Horizon 1 (0-40 cm)

Sol a une activité biologique moyennement importante, structure grumeleuse, matière organique moyennement décelable, enracinement important, cohésion forte, porosité élevée

Horizon 2 (40-80 cm)

Sol brun, limono-sableux, structure moyennement sub-angulaire, sec, enracinement plutôt fort, cohésion faible.

Horizon 3 (80-120cm)

Sol brun, sec, limono-sableux, cohésion faible, structure polyédrique, enracinement fort.

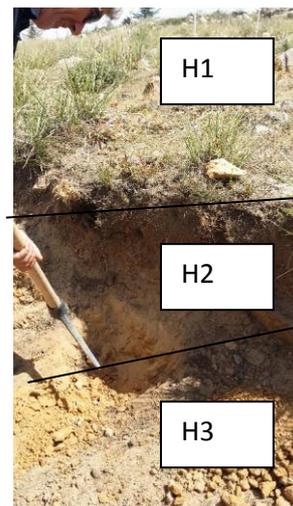
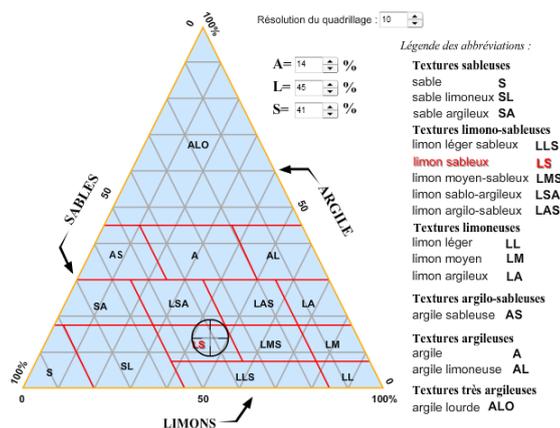


Figure 75 : aspect textural du profil (Kef Lakhal)

Profil 2

Localisation : Douar Ben Zakri

Cordonnées géographiques : 6°39'18,218''E

36°26'40,489''N

Lithologie : sable et argile + grès Numidien **Pente :** 3 à 12% **Aspect de surface :** 10 -15 %
graviers **Végétation :** terre cultivée **Drainage externe :** bon **Drainage interne :** moyen

Horizon 1 (0-40 cm)

Sol sec, brun, limono-argileux, structure grumeleuse, matière organique décelable, poreux, activité biologique importante, grossiers 10-20 % graviers et quelques cailloux, friable transition graduelle

Horizon 2 (40-80 cm)

Sol brun, argilo-sableux, structure moyennement sub-angulaire, sec, enracinement plutôt faible, cohésion moyennement forte.

Horizon 3 (80-120cm)

Roche mère marneuse altérée

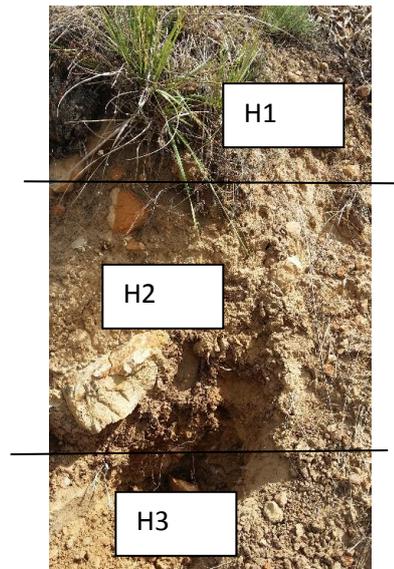
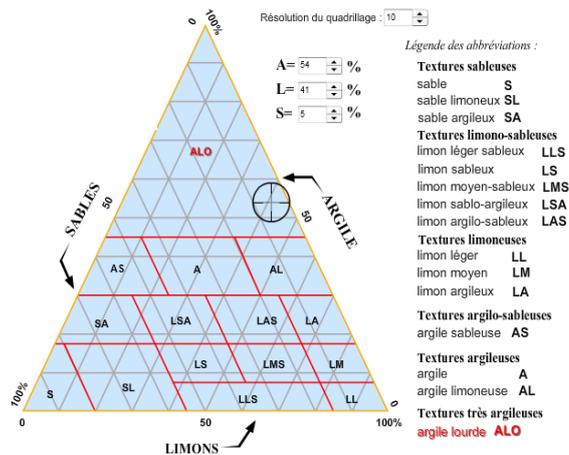


Figure 76: aspect textural du profil (Douar Ben Zakri)

Profil 3

Localisation : Beni Amrane

Cordonnées géographiques : 6°45'35,613''E

36°27'38,633''N

Lithologie : grés Numidien **Pente :** 25 à 50% **Aspect de surface :** 20 -25 % graviers
Végétation : Pin d'Alep + Chêne liège **Drainage externe :** bon **Drainage interne :** moyen

Horizon 1 (0-40 cm)

Un sol qui a une structure faiblement grumeleuse, activité biologique moyennement importante, matière organique moyennement décelable, enracinement important, cohésion forte, porosité élevée

Horizon 2 (40-80 cm)

Un sol brun, limono-argileux, structure polyédriques sub-angulaire fine, sec, enracinement plutôt faible, cohésion moyennement forte.

Horizon 3 (80-120cm)

Sol brun, sec, argilo-sableux, cohésion faible, structure polyédrique, moyennement compact.

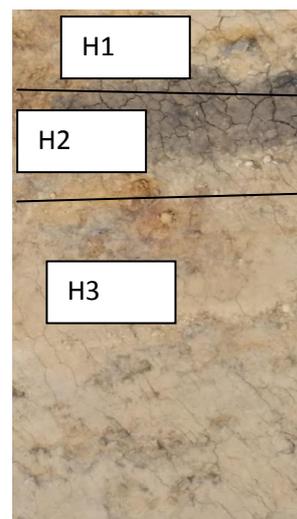
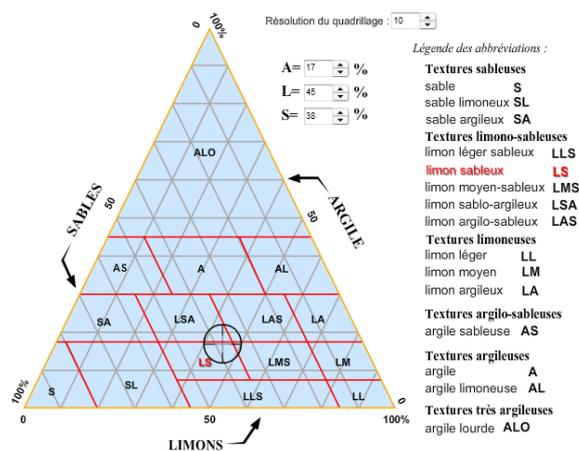


Figure 77 : aspect textural du profil (Beni Amrane)

Profil 4

Localisation : Matlague

Cordonnées géographiques : 6°42'53,207''E

36°24'43,509''N

Lithologie : grès Numidien **Pente** : 25 à 50% **Aspect de surface** : 20 -25 % graviers

Végétation : Pin pignon **Drainage externe** : bon **Drainage interne** : moyen

Horizon 1 (0-40 cm)

Sol sec, brun, limono-argileux, structure polyédrique à prismatique, matière organique moyennement décelable, activité biologique moyennement importante, enracinement fort, agrégats moins compacts.

Horizon 2 (40-80 cm)

Sol brun, limono-argileux, structure polyédriques sub-angulaire fine, sec, enracinement plutôt faible, cohésion moyennement forte.

Horizon 3 (80-120cm)

Sol sec, brun, argilo-limoneux, structure prismatique moyenne, compact et plastique.

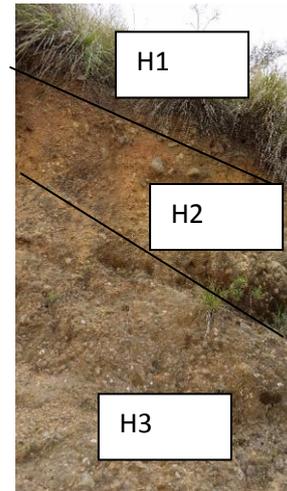
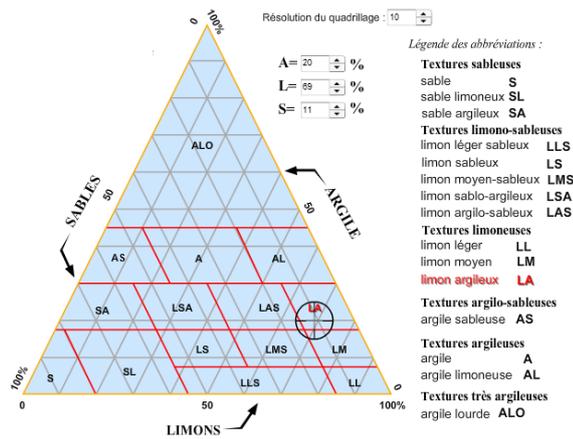


Figure 78 : aspect textural du profil (Matlague)

Profil 5

Localisation : Chagraf

Cordonnées géographiques : 6°42'53,207''E

36°24'43,509''N

Lithologie : grès Numidien **Pente** : 25 à50% **Aspect de surface** : 20 -25 % graviers

Végétation : Pin pignon + Eucalyptus **Drainage externe** : bon **Drainage interne** : moyen

Horizon 1 (0-40 cm)

Sol sec, brun-rougeâtre, limono-argileux, structure polyédriques sub-angulaire, fine, activité biologique faiblement importante, éléments grossiers 7% gravier, moyennement compact.

Horizon 2 (40-80 cm)

Sol brun, limono-argileux, structure polyédrique sub-angulaire fine, sec, enracinement plutôt faible, cohésion moyennement forte.

Horizon 3 (80-120cm)

Sol brun, sec, argilo-sableux, cohésion faible, structure polyédrique, pauvre en matière organique.

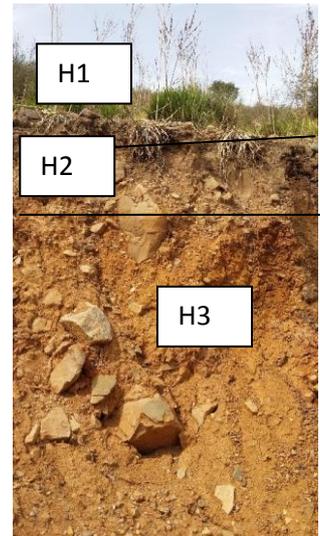
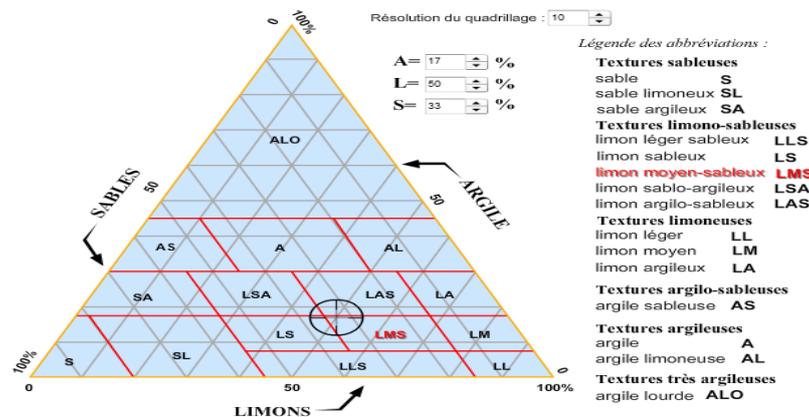


Figure 79 : aspect textural du profil (Chagrap)

Profil 6

Localisation : Draa Naaga

Cordonnées géographiques : 6°42'43,924''E

36°20'32,781''N

Lithologie : glacis d'érosion **Pente** : 3 à 12% **Aspect de surface** : 1 -3% graviers

Végétation : Pin pignon + Pin d'Alep **Drainage externe** : bon **Drainage interne** : moyen

Horizon 1 (0-40 cm)

Un sol d'une structure grumeleuse, activité biologique moyennement importante, matière organique moyennement décelable, enracinement important, cohésion forte, porosité élevée

Horizon 2 (40-80 cm)

Sol brun, limono-argileux, structure polyédrique sub-angulaire fine, sec, enracinement plutôt faible, cohésion moyennement forte.

Horizon 3 (80-120cm)

Sol brun, sec, argilo-sableux, cohésion faible, structure polyédrique, faiblement compact.

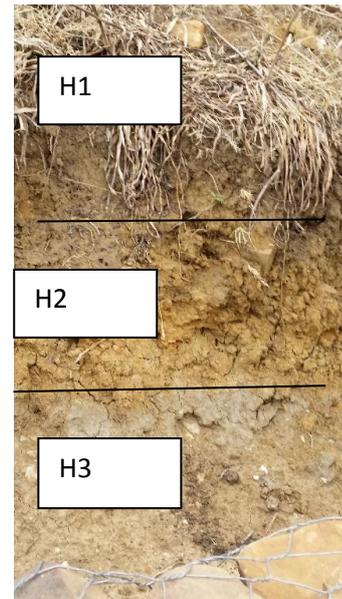
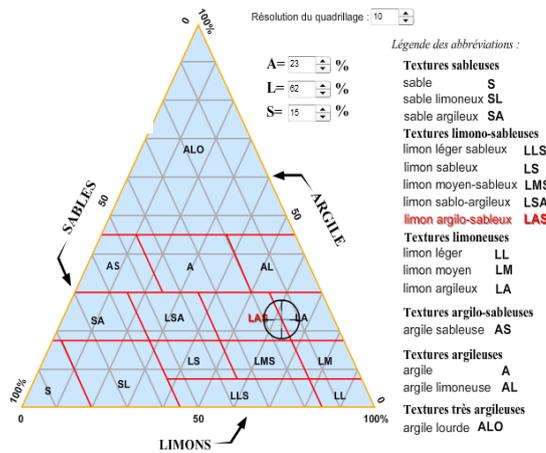


Figure 80 : aspect textural du profil (Draa Naaga)

Profil 7

Localisation : Hdjar El Safra

Cordonnées géographiques : 6°49'16,322''E

36°28'38,119''N

Lithologie : grés Numidien **Pente :** 25 à50% **Aspect de surface :** 15 -20% graviers

Végétation : parcoure **Drainage externe :** bon **Drainage interne :** moyen

Horizon 1 (0-40 cm)

Un sol faiblement grumeleux, activité biologique moyennement importante, matière organique moyennement décelable, enracinement important, cohésion forte, porosité élevée

Horizon 2 (40-80 cm)

Sol brun, limono-argileux, structure polyédrique sub-angulaire fine, sec, enracinement plutôt faible, cohésion moyennement forte.

Horizon 3 (80-120cm)

Sol brun gris, sec, argilo-sableux, cohésion faible, structure polyédrique, fortement compact.

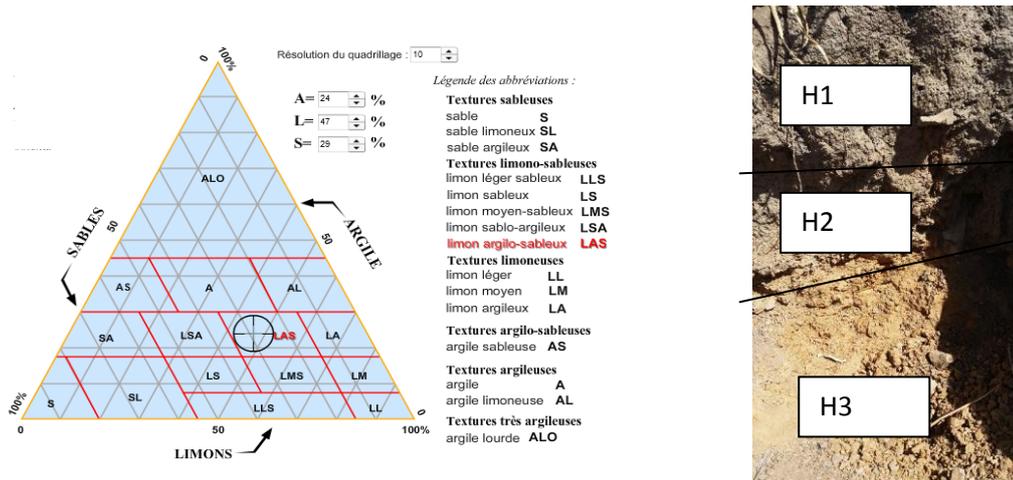


Figure 81 : aspect textural du profil (Hdjar safra)

Profil 8

Localisation : Boussfaissef

Cordonnées géographiques : 6°49'16,322''E

36°28'38,119''N

Lithologie : grés Numidien **Pente :** 12 à 25% **Aspect de surface :** 3 -10% graviers

Végétation : terre cultivé **Drainage externe :** bon **Drainage interne :** moyen

Horizon 1 (0-40 cm)

Un sol qui a une structure grumeleuse faible, activité biologique moyennement importante, matière organique moyennement décelable, enracinement important, cohésion forte, porosité élevée

Horizon 2 (40-80 cm)

Un sol brun, limono-argileux, structure polyédrique sub-angulaire fine, sec, enracinement plutôt faible, cohésion moyennement forte.

Horizon 3 (80-120cm)

Un sol brun, sec, argilo-sableux, cohésion faible, structure grumeleuse, non compact.

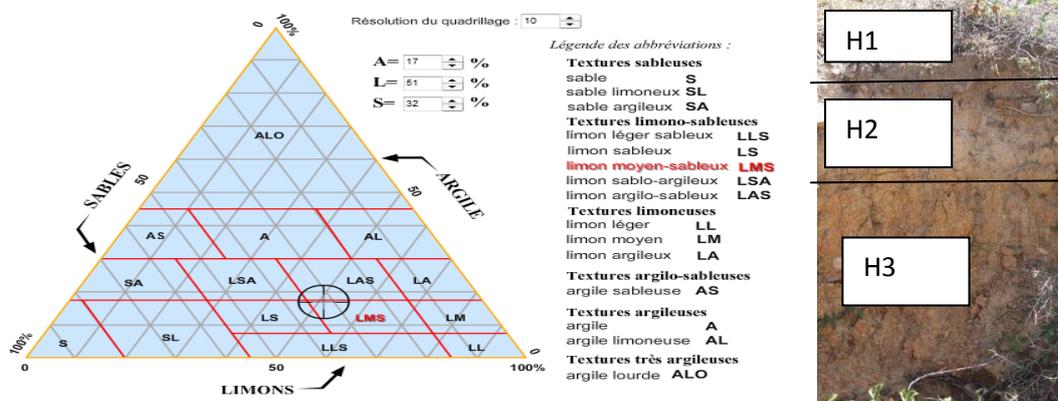
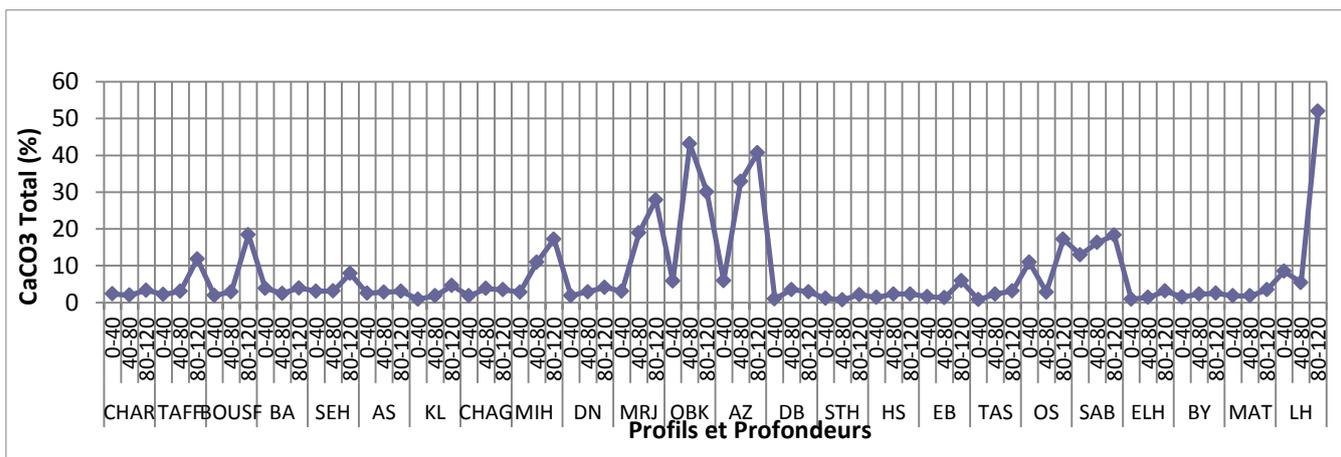
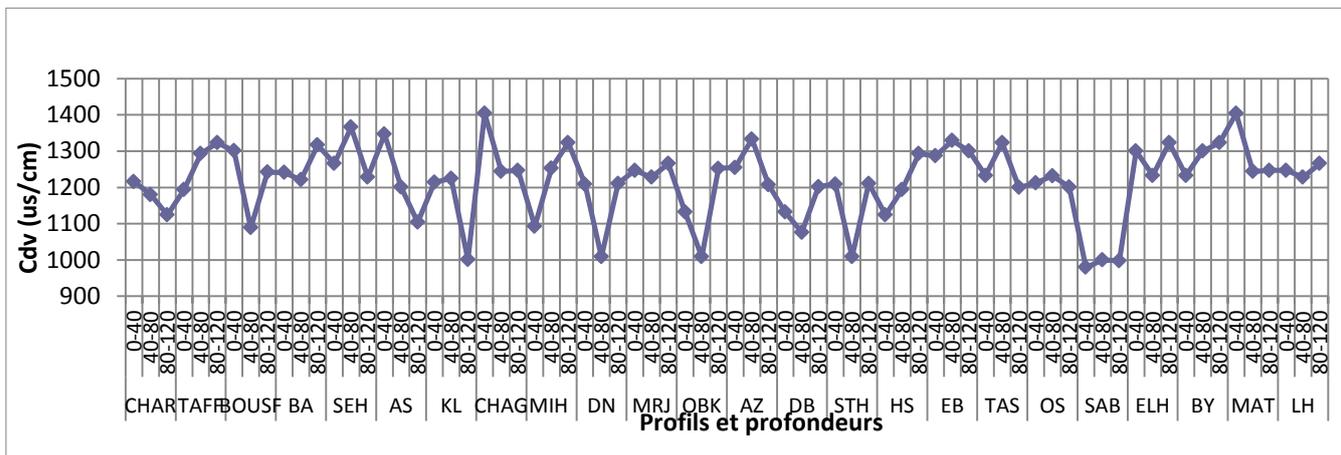
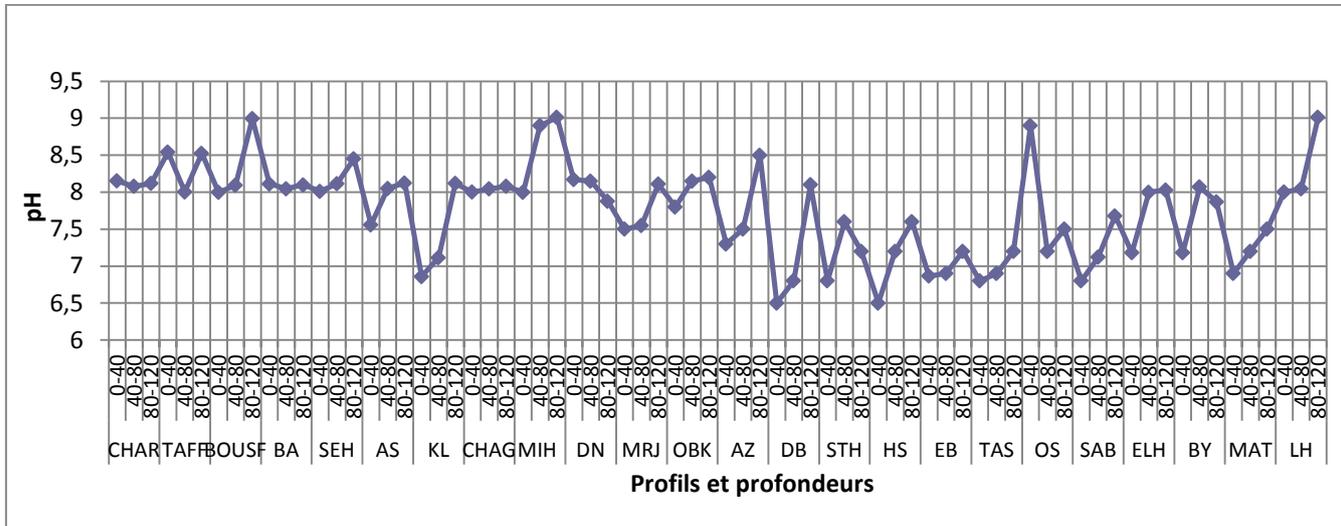
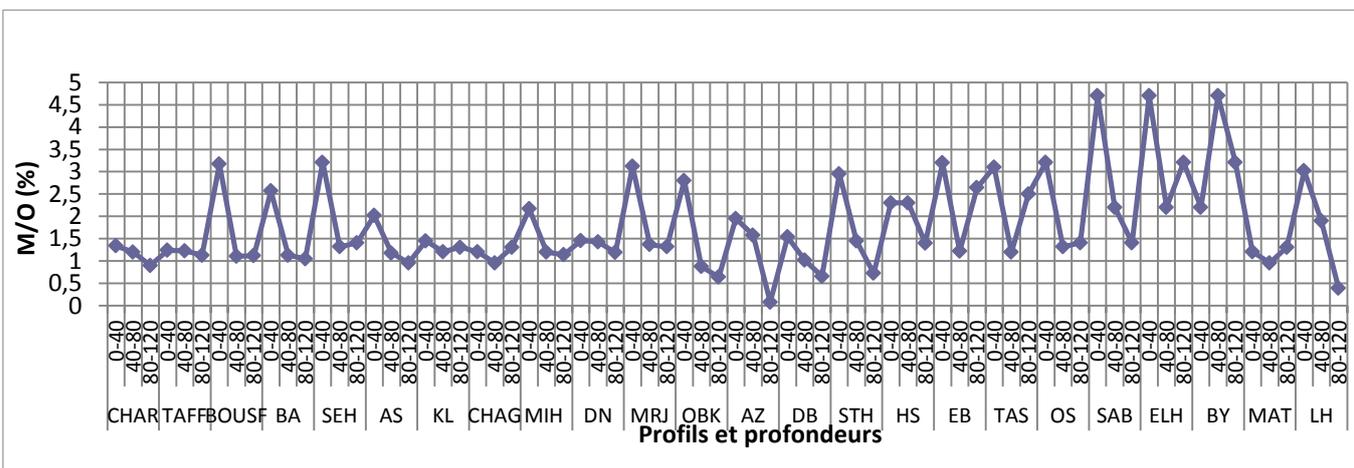
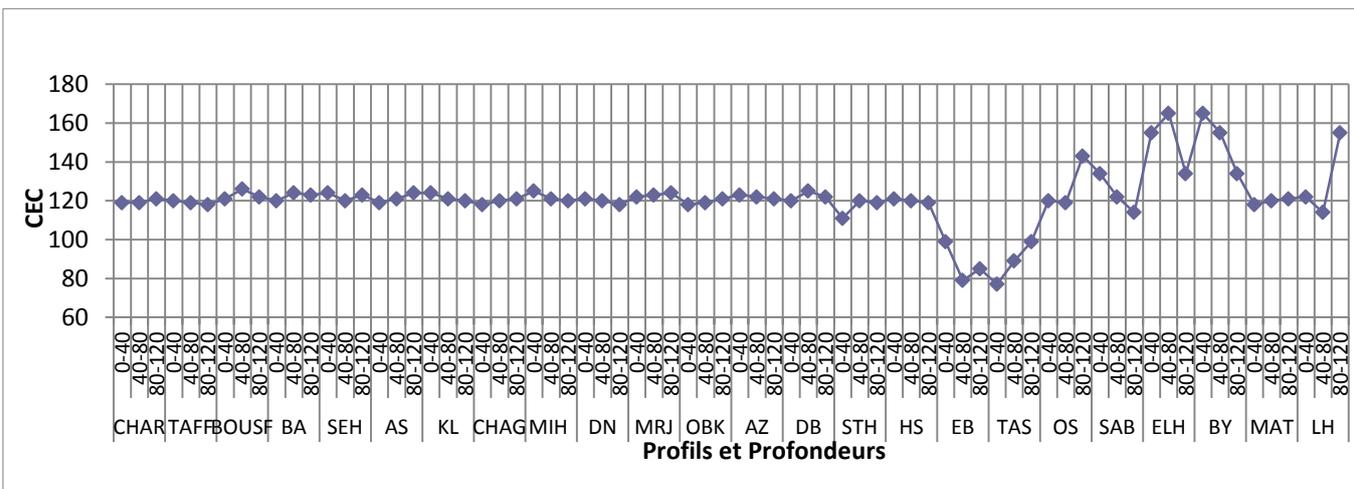
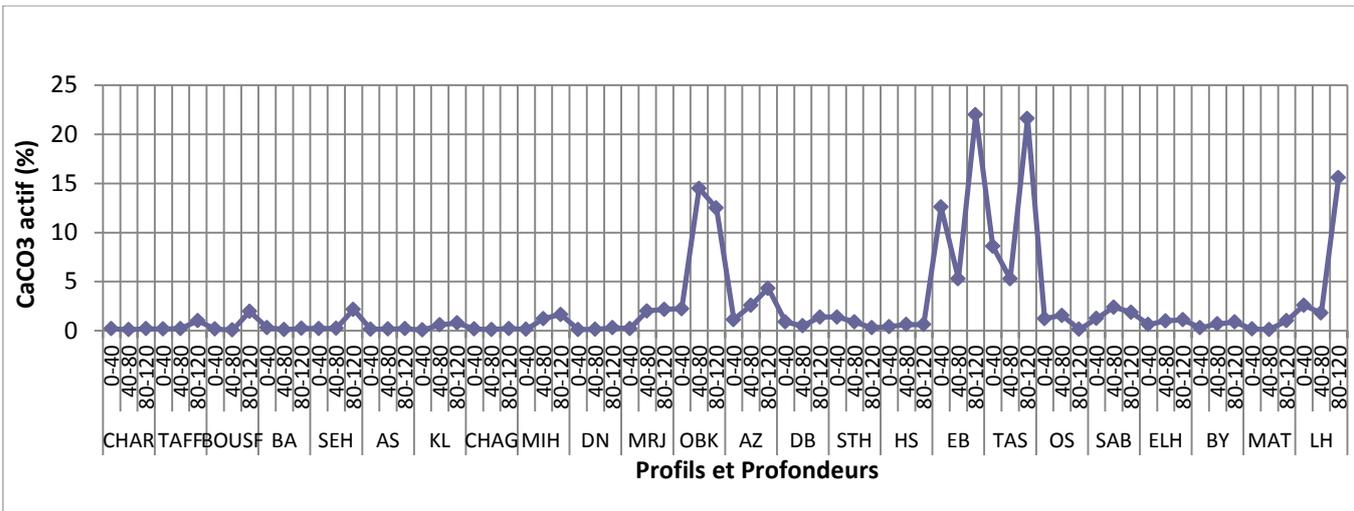


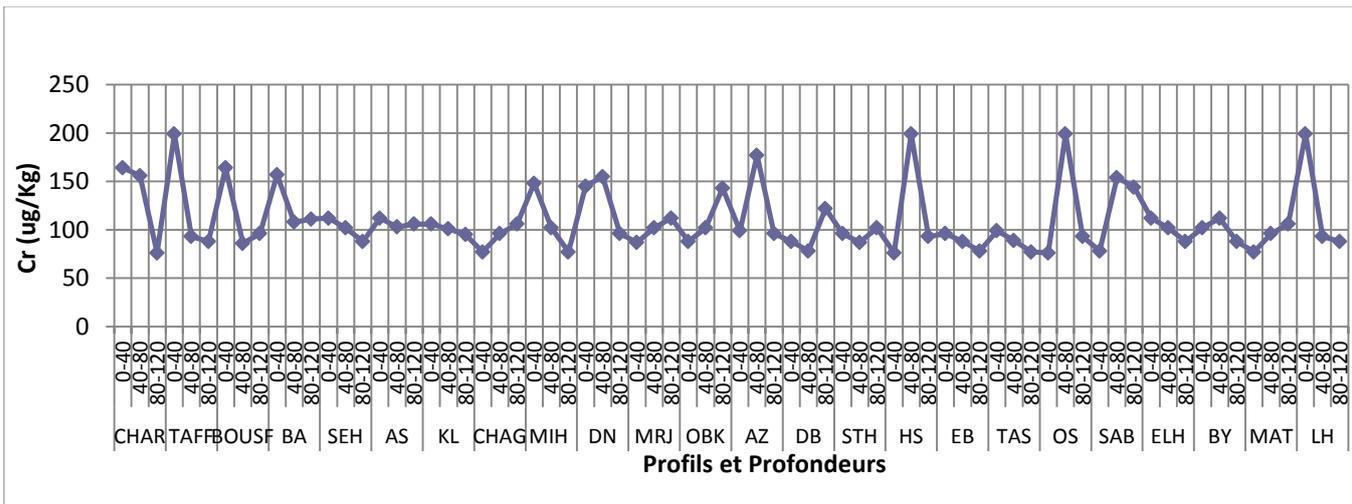
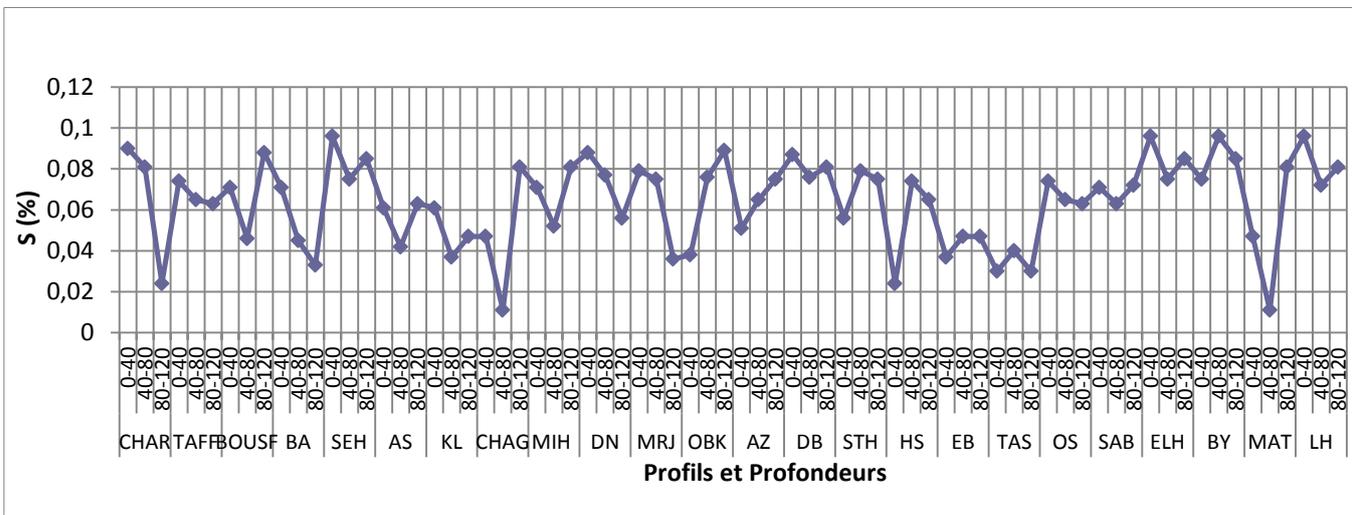
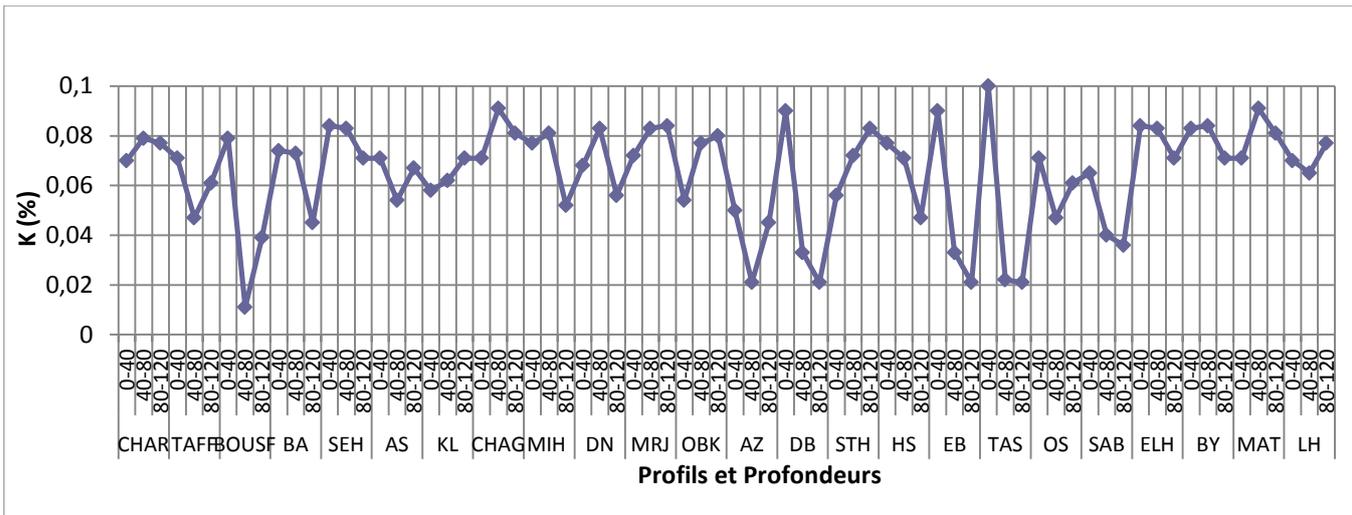
Figure 82: aspect textural du profil (Boussfaissef)

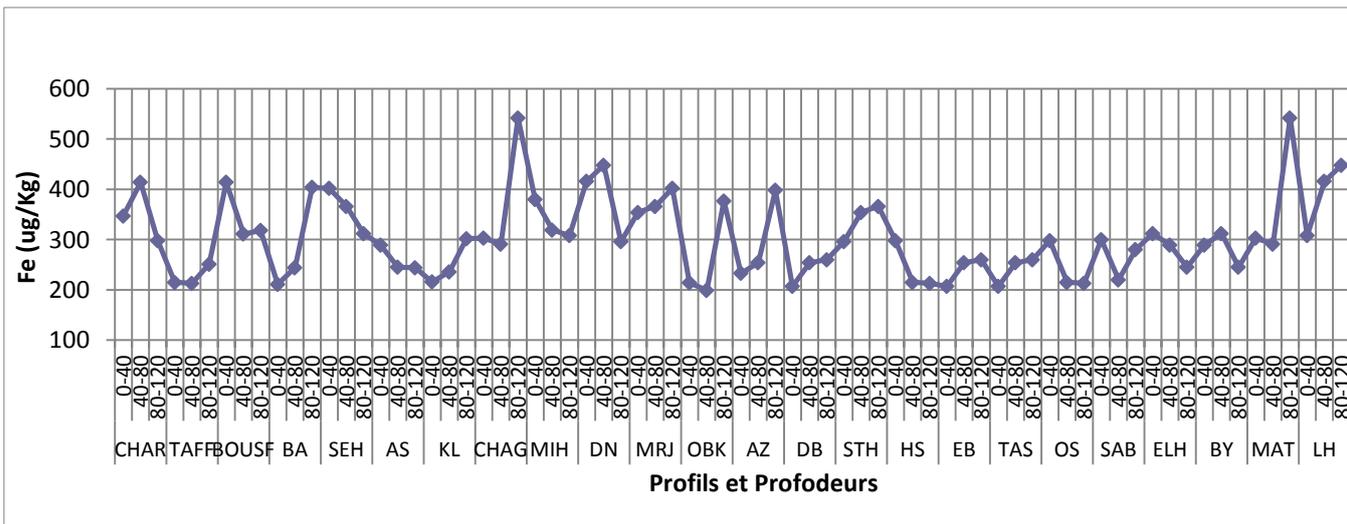
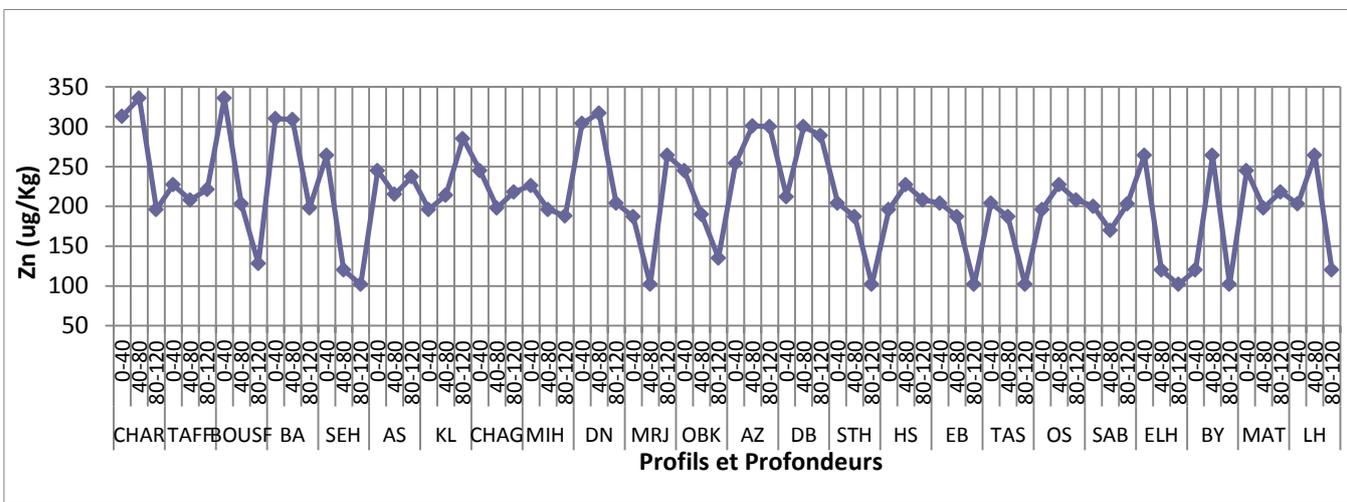
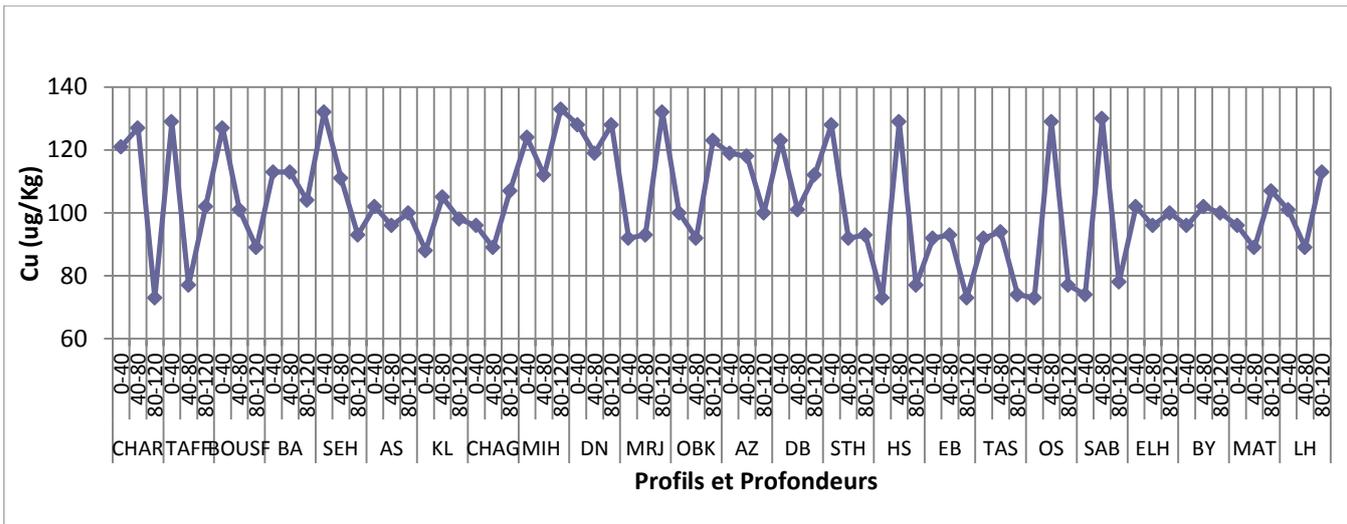
2. Analyses chimique du sol de la zone d'étude

La figure ci-dessous montre l'évolution du pH selon les profondeurs dans la région de Djebel El Ouahch









الملخص

اجريت هذه الدراسة على مستوى منطقة جبل الوحش لمواجهة الاستغلال العشوائي للموارد الطبيعية الذي تسبب في تدهور المنطقة المراد دراساتها , لقد اجريت دراسة هدفها الرئيسي فهم ظاهرة تدهور الغابات و تقديم مقترحات لتنميتها.

و الهدف من عملنا هو التفكير في نهج متكامل و مستدام للنظام الزراعي الرعوي و الأخذ بعين الاعتبار كل من صعوباته و قدراته البيئية.

و قد أتاح لنا استطلاع البحوث السابقة للمنطقة المدروسة و اتمام دراسة ميدانية لها و فهم الحالة جيدا , و الواقع أن الاهتمام بالمناطق الوعرة و الوضع الاجتماعي و الاقتصادي للسكان خطوة مهمة لأي تهيئة ملائمة للحد من الاضرار. ان ظاهرة التعرية تنتج عن عدة عوامل منها : الامطار الغزيرة و القوية , تعرية التربة و انجرافها , صلابة المرتفعات , ضعف الغطاء النباتي , الممارسات الزراعية الغير الملائمة على المرتفعات , و من اجل تحقيق توازن بيئي مقبول نوعا ما , من الضروري القيام بأعمال التحكم في التعرية المقترحة عن طريق التدابير التقنية (تصحيح الأخاديد) , و البيولوجية (اعادة التحريج) , و الاجتماعية الاقتصادية , و دراسة الملائمة الثقافية للتربة للزراعة و الغابات في المنطقة. ووفقا لنتائج التشخيص , الغطاء النباتي ضعيف و تعرية التربة مستمر و قوي و تظهر الدراسة الى الحاجة الملحة لكبح التدهور , أي الوصول لعمل هدفه استعادة التوازن البيئي للمنطقة.

الكلمات المفتاحية: التهيئة المندمجة , استخدام الأراضي العوامل المدهورة , النظام الإيكولوجي للغابات المحافظة، الملائمة الثقافية, غابة جبل الوحش بقسنطينة

Résumé

La présente étude a été menée dans le massif de Djebel El Ouahch à Constantine. Face à l'exploitation anarchique des ressources naturelles qui entraîne la détérioration de l'aire d'étude précitée, une étude a été réalisée et qui a pour objectif principal de saisir la complexité de la dégradation du massif forestier et de soumettre des propositions pour son aménagement. L'objectif de notre travail consiste en une réflexion relative à une approche d'aménagement intégré et durable dans un système agro-sylvo-pastoral qui tient compte à la fois de ses contraintes et de ses potentialités. La consultation des recherches réalisées antérieurement dans le massif 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 socio-économique 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 et pratiques agricoles inappropriées sur des reliefs 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), socioéconomiques, et l'étude de l'aptitude culturelle et forestière du massif. D'après les résultats du diagnostic, la couverture végétale est très faible, l'érosion des sols est forte, le barrage est envasé. L'étude montre l'urgence qu'il y'a à freiner la dégradation et à adopter toute action visant à rétablir l'équilibre écologique.

Mots clés : aménagement intégré, occupation du sol, facteurs dégradants, écosystème forestier, conservation, aptitude culturelle, la forêt de Djebel El Ouahche à Constantine.

Abstract

The present study was conducted in the Djebel El Ouahch massif, in Constantine. Opposite to the uncontrolled exploitation of natural resources which leads to the deterioration of the study area mentioned above, a study is realized and has a main objective which is to grasp the complex degradation of the forest and to submit proposals for its development. The aim of our work is to reflect on an integrated and sustainable management approach in an agrosylvopastoral system, takes into account both its constraints and its potentialities. The consultation of previous research in the massif and the completion of a field survey, allowed us to have a good understanding of the situation. Indeed, the location of the ravine areas and the socio-economic situation of the inhabitants is a preliminary step to any appropriate erosion control. This shows that the erosive phenomenon in this zone results from the combination of several factors: aggression of the rains, erodibility of the soil, stiffness of the relief, weak vegetation cover and inappropriate agricultural practices on steep reliefs. Thus, to achieve a more or less acceptable ecological balance, it is necessary to undertake the erosion control works proposed by technical measures (correction of gullies), biological (reforestation) and socio-economic and the study of cultural and forestry suitability of the massif. According to the results of the diagnosis, the vegetation cover is very low, the soil erosion is strong, the dam is silted, The study shows the urgency to curb the degradation, any action aimed to restore the ecological balance.

Key words: integrated management, land use, degrading factors, forest ecosystem, conservation, cultural suitability, the forest of Jebel El Ouahch, in Constantine.

Liste des tableaux

Tableau 1: Classe des pentes de la région de Djebel El Ouahch.....	12
Tableau 2 : Exposition dans l'ordre croissant des surfaces.....	14
Tableau 3: Caractéristiques des matériaux d Ouahch du point de vue perméabilité et résistance.....	24
Tableau 4 : Les essences constituant les massifs.....	29
Tableau 5 : Surface et débit des oueds de Djebel El Ouahch.....	34
Tableau 6: Capacité de rétention des retenues collinaires de la région de Djebel El Ouahch.....	35
Tableau 7 : Variation des gradients de correction.....	63
Tableau 8: Localisation des principales stations de Djebel El Ouahch.....	63
Tableau 9 : Valeurs corrigées de températures Max er Min pour les points considérés	64
Tableau 10: Répartition mensuelle des températures de la zone de Djebel El Ouahch	65
Tableau 11: Amplitudes thermiques (M-m) des différentes stations.....	66
Tableau 12 : Valeurs corrigées des précipitations (mm/an) en différents points du Djebel El Ouahch.....	68
Tableau 13 : Répartition annuelle de la pluviométrie dans la zone d'étude.....	68
Tableau 14: Régime saisonnier des précipitations.....	69
Tableau 15: Maximum et minimum du taux d'humidité durant l'année.....	71
Tableau 16: Durée d'insolation au niveau de la station d'Ain El Bey.....	72
Tableau 17 : L'évapotranspiration.....	72
Tableau 18: Vitesse moyenne du vent pour les différents mois de l'année dans la région d'étude.....	73
Tableau 19: Fréquence des jours de sirocco durant les mois de l'année.....	74
Tableau 20: Nombre de jours de gelée.....	74
Tableau 21: Nombre moyen de jours de neige.....	75
Tableau 22: Nombre moyen de jours de grêle.....	75
Tableau 23 : Nombre moyen de jours d'orages.....	76
Tableau 24 : Calcul de l'évapotranspiration potentielle selon C.W, THORNETHWAITE (station de Constantine, 1987-2015).....	77
Tableau 25: Calcul de l'évapotranspiration réelle selon C.W. THORNETHWAITE (station de Constantine, 1987-2015).....	78
Tableau 26 : Classification du climat selon l'indice de continentalité (DEBRACH, 1953). L'indice de continentalité que nous avons calculé pour la zone d'étude pendant la période allant de 1987 à 2015.....	79
Tableau 27: L'étage de végétation de la zone d'étude.....	80
Tableau 28 : Illustration des étages bioclimatiques de la zone d'étude.....	84
Tableau 29: Estimation de la lame d'eau moyenne précipitée sur le sous-bassin de Djebel El Ouahch par la méthode de la moyenne arithmétique (1987 / 2015).....	86
Tableau 30: Précipitations moyennes des stations et du massif de Djebel El Ouahch (méthode de SELTZER).....	87
Tableau 31: Caractéristiques des précipitations annuelles des stations pluviométriques du massif de Djebel El Ouahch.....	88
Tableau 32 : Analyse statistique des pluies annuelles des stations utilisées.....	90
Tableau 33 : Analyse statistique des pluies journalières maximales.....	91
Tableau 34 : Statistique de bases des données des stations exploitées.....	92

Tableau 35: Estimation des pluies de courte durée pour les différentes stations.....	93
Tableau 36 : Valeurs de Q max selon différents C et fréquences pour la zone d'étude	96
Tableau 37 : Statistiques de base (Qmax). Pour la station d'Ain El Bey.....	97
Tableau 38 : Bilan des surfaces incendiées en hectares par types de peuplement dans la région du Djebel El Ouahch (Conservation des forêts de Constantine).....	101
Tableau 39 : changement de la végétation entre 1987 et 2014 (Bouzenzana, 2015)....	103
Tableau 40 : Bilan des changements de la végétation forestière par type de peuplement dans la région de Djebel El Ouahch (période 1987-2014) (Bouzenzana, 2015).....	104
Tableau 41 : Valeurs de α pour différentes perméabilités.....	115
Tableau 42: Tableau récapitulatif du résultat quantitatif par différentes formule.....	116
Tableau 43: Résumé des caractéristiques et problèmes d'aménagement des milieux...	119
Tableau 44 : Estimation de la population en 2007 (Source : RGPH 2008).....	122
Tableau 45 : Evolution des taux d'urbanisation et d'agglomération de 1987 à 2007 (Source : RGPH 2008).....	125
Tableau 46 : Répartition des populations urbaines et rurales par tranches d'âges quinquennales en valeur relative par sexe (Estimation 2007) (Source : RGPH 2008)	126
Tableau 47: population scolarisée résidente dans la commune par dispersion (Source: RGPH 2008).....	127
Tableau 48: Population en âge de travailler par dispersion et par sexe (Estimation 2007) (Source : RGPH 2008).....	128
Tableau 49: Population active occupée et au chômage par dispersion (Estimation 2007) (Source : RGPH 2008).....	128
Tableau 50: Estimation de la population par dispersion.....	130
Tableau 51: évolution des grands groupes d'âges de 2003- 2023.....	132
Tableau 52: estimation de l'activité, l'emploi et le chômage.....	133
Tableau 53: la répartition du bâti dans la région de Djebel El Ouahch.....	137
Tableau 54: les principales plantes aromatiques et médicinales (P.A.M) dans la région de Djebel El Ouahch.....	143
Tableau 55 : Répartition de surfaces forestières.....	145
Tableau 56 : Répartition par espèce des superficies forestières.....	146
Tableau 57: Nombre d'animaux élevés (Source BNEDER + P.D.A.U 2014).....	147
Tableau 58: Répartition de la production animale (Dindes et Poulets de chair) (P.D.A.U 2013).....	148
Tableau 59: Bilan de la production animale (année 2005-2006) (source BNEDER) ** BNEDER et P.D.A.U 2013.....	149
Tableau 60 : Utilisation de la surface agricole utile.....	149
Tableau 61: le statut foncier de la région de Djebel El Ouahch.....	151
Tableau 62: la production animale (source DSA Zighoud 2001- 2002).....	151
Tableau 63 : Les retenues collinaires déjà existantes.....	157
Tableau 64: Les retenues collinaires proposées.....	157
Tableau 65: Calibrage des pierres utilisées dans les gabions.....	158
Tableau 66: Travaux de Gabionnage au niveau du grand massif de Djebel El Ouahch	159
Tableau 67: Choix des différentes spéculations par zone de potentialité.....	152
Tableau 68 : Orientation du choix des profils des banquettes, d'après la pente et la culture.....	164
Tableau 69 : mode de gestion de pâturage.....	170
Tableau 70 : Production de lait permise par la pâture seule en Kg.....	171

Tableau 71 : Besoins en matière animale (en g/kg) et oligo-éléments (en mg/kg matière sèche) (Source DGF).....	172
Tableau 72 : Besoins d'entretien.....	173
Tableau 73 : Besoins combinés pour la connaissance de l'énergie (Source DGF).....	174
Tableau 74 : besoins en M.A.D pour la production (besoins combinés pour l'entretien et la croissance) (Source DGF).....	174
Tableau 75 : besoins en M.A.D pour la production (besoins combinés pour l'entretien et la gestation) (Source DGF).....	174
Tableau 76 : Besoins combinés pour l'entretien et la production de lait (brebis de 60 kg donnant un lait de 60 g de taux butyreux) (Source DGF).....	175
Tableau 77 : Aptitude culturale des cultures annuelles pour chaque type de sol.....	178
Tableau 78 : aptitude cultural de la culture maraicher pour chaque type de sol.....	179
Tableau79 : aptitude culturale de la culture arboricole pour chaque type de sol.....	179
Tableau 80 : Aptitude culturale des cultures annuelles pour chaque type de sol.....	180
Tableau 81 : Aptitude culturale de culture maraichère pour chaque type de sol.....	180
Tableau 82 : Aptitude culturale de la culture arboricole pour chaque type de sol.....	181

Liste des cartes

Carte 1 : localisation géographique et administrative de la zone d'étude.....	06
Carte 2 : modèle numérique de terrain (MNT) de la région du Djebel El Ouahch.....	07
Carte 3 : carte géomorphologique simplifier de la région de Djebel El Ouahch.....	11
Carte 4 : carte des pentes de la region de Djebel El Ouahch.....	13
Carte 5 : carte d'exposition dans l'ordre croissant des surfaces.....	15
Carte 6 : Carte géologique simplifiée du Constantinois central	16
Carte 7 : carte géologique de la région de Djebel El Ouahch.....	16
Carte 8 : carte lithologiques de la region de Djebel El Ouahch.....	17
Carte 9 : Carte de fracturation de la région de Djebel Kelal	22
Carte 10 : Carte des principales formations du sol de la région de Djebel El Ouahch...	28
Carte 11 : Carte de peuplement forestier de la région de Djebel El Ouahch.....	30
Carte 12 : Réseau hydrographique de la région de Djebel El Ouahch.....	36
Carte13 : Carte d'échantillonnage de la zone d'étude.....	51
Carte 14 : Températures moyennes de la zone de Djebel El Ouahch.....	70
Carte 15 : Répartition saisonnière des précipitations de la zone de Djebel El Ouahch...	70
Carte 16 : Les régions bioclimatiques de l'Est algérien	85
Carte 17 : Carte de synthèse des changements de la végétation (période 1987-2014)...	102
Carte 18 : Carte d'érosion de la zone de Djebel El Ouahch.....	117
Carte 19 : L'occupation du bâti dans la région de Djebel El Ouahch.....	137
Carte 20 : Carte de spéculation agricole dans la région de Djebel El Ouahch.....	150
Carte 21 : la carte d'occupation du sol de la région de Djebel El Ouahch.....	151
Carte 22 : Propositions d'aménagement du massif forestier de Djebel El Ouahch.....	166

Liste des figures

Figure 1: Coupe géologique de la région d'El Haria (J.M, VILA, 1980, in BENZID et al, Y, 2014).....	17
Figure 2: Fentes de tension dans les calcaires au niveau de djebel Mazela (remplissage de calcite).....	22
Figure 3 : Surface occupée par le peuplement forestier de la région de Djebel El Ouahch.....	32
Figure 4: Téléchargement des images satellites avec Easy Google Maps Downloader	42
Figure 5: Combinaison des images satellites avec Easy Google Maps Downloader	44
Figure 6: Géoréférencement des images Google Earth dans le SIG.....	46
Figure 7 : Mosaique de plusieurs jeux de données raster en un seul raster.....	46
Figure 8 : Image raster finale de la région d'étude.....	47
Figure 9 : La digitalisation avec l'outil Editor dans ArcMap.....	47
Figure 10 : Le passage du mode raster au mode vecteur.....	48
Figure 11: Répartition mensuelle des températures.....	65
Figure 12: L'amplitude thermique de la zone d'étude.....	66
Figure 13 : Répartition annuelle de la pluviométrie dans la zone d'étude.....	69
Figure 14 : Régime saisonnier des précipitations.....	70
Figure 15 : Taux d'humidité pour les différents mois de l'année dans la région d'étude.....	71
Figure 16: Durée d'insolation pour les différents mois de l'année dans la région d'étude.....	72
Figure 17 : Valeurs de l'évaporation pour les différents mois de l'année dans la région d'étude.....	72
Figure 18 : Vitesse moyenne du vent pour les différents mois de l'année dans la région d'étude.....	73
Figure 19 : Les jours de sirocco pour les différents mois de l'année dans la région d'étude.....	74

Figure 20: Nombre de jours de gelées pour les différents mois de l'année dans la région d'étude.....	74
Figure 21 : Nombre de jours de neige pour les différents mois de l'année dans la région d'étude.....	75
Figure 22 : Nombre de jours de grêle pour les différents mois de l'année dans la région d'étude.....	76
Figure 23 : Nombre de jours d'orages pour les différents mois de l'année dans la région d'étude.....	76
Figure 24 : Diagramme ombro-thermique pour la station de Ain El Bey.....	81
Figure 25 : Diagramme ombro-thermique pour la zone d'El Hambli.....	81
Figure 26: Diagramme ombro-thermique pour la zone de Didouche Mourad.....	82
Figure 27: Diagramme ombro-thermique pour la zone de Zighoud Youcef.....	82
Figure 28: Diagramme ombro-thermique pour la zone de Lambléche.....	82
Figure 29 : diagramme ombro-thermique pour la zone d'Ain Nehas.....	83
Figure 30: Diagramme ombro-thermique pour la zone de Kef Lakhal.....	83
Figure 31: L'étage bioclimatique des stations de la zone de Djebel El Ouahch.....	84
Figure 32: Graphique de SELTZER illustrant les trois lois de l'Algérie (SELTZER, P ; 1946).....	87
Figure 33 : Précipitations moyennes annuelles aux stations pluviométriques du sous-bassin de Djebel El- Ouahch.....	88
Figure 34: Diagramme illustrant l'augmentation de la pluviométrie en fonction de l'altitude.....	89
Figure 35 : Variations annuelles des précipitations moyennes dans le massif (1987-2015).....	89
Figure 36 : Répartition statistique des pluies annuelles selon la loi NORMALE (courbe enveloppe).....	91
Figure 37 : Répartition statistique des pluies Journalières maximales (PJ Max) selon la loi de Gumbel (courbe enveloppe)	92
Figure 38 : Bilan des surfaces incendiées en hectares par types de peuplement dans la région du Djebel El Ouahch pour la période entre 1987 et 2014.....	101

Figure 39: Evolution de la population de 1987 à 2007 par dispersion.....	123
Figure 40 : population migratoire et accroissement naturel par localité entre 1998 et 2007.....	125
Figure 41: Pyramide des âges de la population communale de Ben Badis (estimation 2007).....	126
Figure 42 : Répartition de la population scolarisée selon le degré de scolarisation.....	127
Figure 43 : Population en âge actif par sexe et par dispersion (Estimation 2007).....	128
Figure 44 : Occupation et chômage par dispersion estimation 2007.....	129
Figure 45: Répartition des occupés par branche d'activités économique (estimation 2007).....	129
Figure 46: Evolution de la population par dispersion de 1987 à 2023.....	131
Figure 47: Evolution de population par grands groupes d'âge de 2003 à 2023.....	132
Figure 48 : l'évolution de l'emploi de 2003 à 2023.....	135
Figure 49 : Evolution de l'habitat de 2003 à 2023.....	136
Figure 50 : la repartition des plantes aromatiques et médicinales du Djebel El Ouahch selon leur utilisation.....	144
Figure 51: la surface occupée par les espèces forestière dans la région de Djebel el Ouahch.....	146
Figure 52: Production animale de la région de Djebel Ouahch.....	147
Figure 53: La production agricole dans la région de Djebel El Ouahch (Campagne agricole 2001-2002).....	149
Figure 54: Besoins combinés pour la connaissance de l'énergie.....	174
Figure 55 : besoins en M.A.D pour la production (besoins combinés pour l'entretien et la gestation).....	175

Liste des photos

Photos 1.2.3: La morphologie des figures karstiques observées au Djebel Kellal (LAAZIZ, O ; 2009).....	10
Photo 4 : broyeur.....	52
Photo 5 : sols broyés.....	52
Photo 6 : sols tamisés.....	52
Photo 7: Pipete de Robinson.....	53
Photo 8: Agitateur.....	54
Photo 9: Conductivimètre.....	55
Photo 10 : Calcimètre de Bernard.....	56
Photo 11 : spectrophotomètre.....	65
Photo 12: Le massif d'Oum Settas entouré par une multitude de carrières d'agrégats (photo GoogleEarth).....	107
Photo 13: Dégradation de la forêt d'El Hambli (Ibn Badis).....	108
Photo 14: Surfaces incendiées à Zighoud Youcef (Taffaha).....	109
Photo 15: Forêt de Beni Yagoub	145
Photo 16: Forêt d'El Hambli	145
Photos 17: type de doline (lavogne).....	156
Photo 18 : Retenue collinaire d'El Haria.....	158

Liste des schémas

Schéma 1: Étapes de réalisation de la carte d'occupation du sol.....	43
Schéma 2 : Structure de l'information géographique.....	44
Schéma 3 : Modes de représentation des données dans le SIG.....	45
Schéma 4 : Systèmes de projection cartographique.....	45



Nom : KEHAL Prénom : Lamia	Date de soutenance : 14/05/2018
Aménagement intégré d'un écosystème forestier l'exemple : Djebel El Ouahch à Constantine	
Nature du diplôme : Thèse de doctorat 3^{ème} cycle. Filière : Biotechnologie, Biologie et environnement	
<p>Résumé</p> <p>La présente étude a été menée dans le massif de Djebel El Ouahch à Constantine. Face à l'exploitation anarchique des ressources naturelles qui entraîne la détérioration de l'aire d'étude précitée, une étude a été réalisée et qui a pour objectif principal de saisir la complexité de la dégradation du massif forestier et de soumettre des propositions pour son aménagement. L'objectif de notre travail consiste en une réflexion relative à une approche d'aménagement intégré et durable dans un système agro-sylvo-pastoral qui tient compte à la fois de ses contraintes et de ses potentialités. La consultation des recherches réalisées antérieurement dans le massif 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 socio-économique 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 et pratiques agricoles inappropriées sur des reliefs 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), socioéconomiques, et l'étude de l'aptitude culturelle et forestière du massif. D'après les résultats du diagnostic, la couverture végétale est très faible, l'érosion des sols est forte, le barrage est envasé. L'étude montre l'urgence qu'il y'a à freiner la dégradation et à adopter toute action visant à rétablir l'équilibre écologique.</p>	
<p>Mots clés : aménagement intégré, occupation du sol, facteurs dégradants, écosystème forestier, conservation, aptitude culturelle, la foret de Djebel El Ouahche à Constantine.</p>	
<p>Laboratoire de recherche : laboratoire de développement et valorisation des ressources phytogénétiques</p>	
<p>Jury :</p> <p>Président : M. Alatou Djamel Professeur, université des frères Mentouri Constantine 1</p> <p>Encadreur : M. BENDERRADJI M^{ed} El Habib Professeur, université des frères Mentouri Constantine 1</p> <p>Examineur : M. BAZRI Kamel-eddine Maître de Conférences, université Constantine 1</p> <p>Examineur : M. BOUSSOUF Rabah professeur, université des frères Mentouri Constantine 1</p> <p>Examineur : M. HAFSI Miloud professeur, université Ferhat Abbas Sétif 1</p>	