

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID-TLEMEN

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de L'Univers

Département des Ressources Forestières

Laboratoire de recherche n° 31

Gestion conservatoire de l'eau, du sol et des forêts et développement durable des zones montagneuses
de la région de Tlemcen

Equipe n°2 Erosion et Conservation de l'Eau et du Sol

THESE

Présentée par

Mme ZEKRI Nadia ép. BELLAHCENE

En vue de l'obtention du

DIPLOME DE DOCTORAT

En Foresterie

THEME

**Caractérisation des formations superficielles et analyse spatiale de la
sensibilité à l'érosion des sols dans la wilaya de Tlemcen - Algérie**

Soutenue le : / / 2017. Devant le jury composé de :

Président :	Mr MERZOUK Abdessamad	Professeur	Université	de TLEMEN
Directeur de Thèse :	Mr HADDOUCHE Driss	M.C.A.	Université	de TLEMEN
Examineurs :	Mr MEDERBAL Khelladi	Professeur	Université	de TIARET
	Mr HABI Mohammed	Professeur	Université	de TLEMEN
	MR HELLAL Benchaabane	Professeur	Université	de TIARET
	Mr MEHDADI Zoheir	Professeur	Université	de SIDI BEL ABBES

Année universitaire : 2016-2017

DEDICACES

Je dédie ce travail à :

Mes parents

Mon mari et mes enfants

Mes étudiants

REMERCIEMENTS

Je tiens d'abord à exprimer ma profonde gratitude à mon directeur de thèse, **Monsieur HADDOUCHE Driss**, Maître de conférences A, à l'Université de Tlemcen, qui a bien voulu diriger ce travail et n'a pas cessé de m'orienter. Je voudrais aussi lui exprimer mes sincères remerciements pour sa disponibilité, les conseils précieux qu'il m'a prodigués et pour son aide durant toute la période d'élaboration de ce travail.

Mes remerciements vont ensuite à **Monsieur MERZOUK Abdessamad**, Professeur à l'Université de Tlemcen ; de l'honneur qui m'a fait en acceptant de présider le jury de ma thèse. Qu'il trouve ici l'expression de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect.

Je tiens aussi à remercier **Monsieur MEDERBAL Khelladi**, Professeur à l'Université de Tiaret, pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de faire partie de ce jury en qualité d'examineur. Qu'il trouve ici, l'expression de mon profond respect.

Je dois également exprimer ma gratitude à **Monsieur HABI Mohammed**, Professeur à l'Université de Tlemcen, pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de juger ce travail.

Je tiens aussi à remercier **Monsieur HELLAL Benchaabane**, Professeur à Université Tiaret, d'avoir bien voulu faire partie de ce jury, trouvez Monsieur le témoignage de ma profonde gratitude.

Mes sincères remerciements s'adressent aussi à **Monsieur MEHDADI Zoheir** d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Je remercie énormément toute l'équipe du centre régional de l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Oujda (Maroc), pour leur accueil et leurs orientations au niveau de l'administration et dans le terrain durant mon stage de courte durée en fin du mois de Mai 2016, spécialement à Mr Bechchari A.

Merci à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin et qui ont contribué au bon déroulement de ce travail. En particulier mes étudiants que j'ai encadrés en Ingénierat et en Master et les étudiants de Magister encadrés par Mr Haddouche, spécialement à Tounkob Abdelmalik qui m'a aidé dans la réalisation des cartes.

Ces remerciements ne peuvent s'achever sans une pensée à toutes mes amies et mes collègues du département des Ressources Forestières et de la faculté SNVSTU.

وصف المكونات السطحية و التحليل الفضائي لحساسية التربة للانجراف بولاية تلمسان- الجزائر

الملخص

كما في كل مكان في العالم، كارثة تدهور الأراضي في الجزائر يؤدي إلى فقدان تدريجي للإنتاجية التربة واستنزاف الغطاء النباتي، بسبب الأنشطة البشرية والتغيرات المناخية.

الهدف الرئيسي من هذه العمل هو وصف المكونات السطحية (التربة و الغطاء النباتي) في المنطقة السهبية لولاية تلمسان . بداية بتكيم الكتلة النباتية السطحية الحالية في المراعي الأساسية للمنطقة ثم عبر دراسة مدى قابلية التربة للانجراف المائي.

للمقارنة بين حالة التدهور من شمال إلى جنوب الولاية، أجريت دراسة مماثلة لمدى قابلية التربة للانجراف المائي في الحوض المائي لتافنة.

الطريقة المعتمدة لتحديد كمية الكتلة النباتية هي طريقة النقاط الرباعية على المقاطع الخطية، منجزة في المناطق الرعوية التي تعتبر أكثر أو أقل تمثيلا لتنوع الغطاء النباتي في المنطقة. أما دراسة قابلية التربة للانجراف المائي تم من خلال نهج نوعي لرسم الخرائط، يعتمد على استخدام أدوات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

بينت النتائج المتحصل عليها أن الكتلة النباتية غير متجانسة حيث أنها تتراوح من 0 إلى 12500 كيلو غرام كتلة جافة/ الهكتار ببلدية القور، من 101 إلى 976 كيلو غرام كتلة جافة/ الهكتار ببلدية العريشة، من 50 إلى 3050 كيلو غرام كتلة جافة/ الهكتار ببلدية البومبي و من 306 إلى 3088 كيلو غرام كتلة جافة/ الهكتار ببلدية سيد الجلالي .

المنطقة السهبية أقل حساسية للانجراف المائي، خاصة الخطي و الكتلي، مقارنة بالحوض المائي لتافنة . فقط 9.54٪ من الأراضي تعتبر ذات حساسية قوية وقوية جدا للانجراف المائي في الجزء الجنوبي من الولاية ضد 40.80٪ في الجزء الشمالي.

الكلمات المفتاحية: المكونات السطحية، الكتلة النباتية السطحية، الانجراف المائي، السهوب ، الحوض المائي لتافنة ، ولاية تلمسان.

Caractérisation des formations superficielles et analyse spatiale de la sensibilité à l'érosion des sols dans la wilaya Tlemcen – Algérie

Résumé

Comme partout dans le monde, la calamité de la dégradation des sols en Algérie entraîne une perte progressive de la productivité du sol et l'appauvrissement du couvert végétal, conséquents aux activités humaines et aux variations climatiques.

Le but principal du présent travail est la caractérisation de l'état des formations superficielles (les sols et le couvert végétal) dans la région steppique de la wilaya de Tlemcen. D'abord à travers une quantification de la production actuelle de la phytomasse aérienne des principaux parcours de la région, puis à travers une étude de la sensibilité des sols à l'érosion hydrique.

Pour pouvoir comparer l'état de dégradation du Nord au Sud de la wilaya, une étude similaire de la sensibilité des sols à l'érosion hydrique a été menée dans le bassin versant de la Tafna.

La méthodologie adoptée pour la quantification de la phytomasse est la méthode des points quadrats sur des transects linéaires, effectuée dans des parcours considérés plus ou moins représentatifs de la variabilité de la végétation dans la région. L'étude de la sensibilité des sols à l'érosion hydrique a été élaborée par une approche cartographique qualitative, basée sur l'utilisation des outils de la télédétection et des SIG.

Les résultats obtenus montrent que la phytomasse est très hétérogène au niveau des parcours étudiés. Elle varie actuellement de 0 à 12500 Kg MS/ha dans la commune d'El Gor, de 101 à 976 Kg MS/ha dans la commune d'El Aricha, de 50 à 3050 Kg MS/ha dans la commune d'El Bouihi et de 306 à 3088 Kg MS /ha dans la commune de Sidi Djilali.

La région steppique est moins sensible à l'érosion hydrique, notamment à l'érosion linéaire et en masse par rapport au bassin versant de la Tafna. Seulement 9,54% des terrains présentent une sensibilité forte à très forte dans la partie Sud de la Wilaya contre 40,80 % dans sa partie Nord.

Mots clés : Formations superficielles, Phytomasse aérienne, Erosion hydrique, Steppe, Bassin versant de la Tafna, Tlemcen, Algérie.

Characterization of superficial formations and spatial analysis of the susceptibility to soil erosion in the wilaya of Tlemcen – Algeria

Abstract

Like everywhere else in the world, the calamity of land degradation in Algeria leads to a progressive loss of soil productivity and the loss of vegetation cover, as a result of human activities and climatic variations.

The main aim of this work is to characterize the surface formations' state (soils and vegetation cover) in the steppe region of the wilaya of Tlemcen. First, through a quantification of the current aerial phytomass production of the main rangelands of this region, and then through a study of soils susceptibility to water erosion.

A similar study of soil susceptibility to water erosion was carried out in the Tafna watershed to compare the degradation status of the north and south of the wilaya.

To quantify plant biomass, we used the point quadrats' method on linear transects, made in rangelands more or less representative in vegetation variability in this region. The study of soil susceptibility to water erosion was developed by a qualitative cartographic approach, based on the use of the remote sensing tools and GIS.

The results show that the phytomass is very heterogeneous at the level of the studied rangelands. It currently ranges from 0 to 12500 Kg DM / ha in the municipality of El Gor, from 101 to 976 Kg DM / ha in the municipality of El Aricha, from 50 to 3050 Kg DM / ha in the municipality of El Bouihi and from 306 to 3088 Kg DM / ha in the municipality of Sidi Djilali.

The steppe region is less sensitive to water erosion, particularly to linear and mass erosion in relation to the Tafna watershed. Only 9.54% of the land has a high to very high susceptibility in the southern part of the Wilaya compared with 40.80% in its northern part.

Key words: Superficial formations, Aerial phytomass, Water erosion, Steppe, Tafna watershed, Tlemcen, Algeria.

Sommaire

Introduction Générale	1
Partie I : Caractérisation de la région steppique	
Chapitre 1 : Milieu physique	
1. Situation géographique	3
2. Relief	5
3. Géologie	9
4. Lithologie	12
5. Pédologie	14
5.1. Carte pédopaysagique	14
5.2. Analyses physicochimiques	17
6. Hydrographie	19
7. Climat	21
8. Conclusion	23
Chapitre 2 : Etude socioéconomique	
1. Population	25
1.1. Evolution de la population	25
1.2. Densité de la population	26
1.3. Activité de la population	28
2. Répartition générale des terres	28
2.1. Répartition de la SAT	29
2.2. Répartition de la SAU	30
3. Production agricole	32
4. Rendement de la production agricole par hectare	33
5. Activité pastorale	34
5.1. Effectif du cheptel	34

5.2. Effectif du cheptel par commune	35
5.3. Evolution du cheptel par commune	36
5.4. Charge pastorale et capacité de charge	38
6. Conclusion	40

Partie II : Productivité de la région steppique

Chapitre 3 : Formations végétale

1. Formations végétales	42
1.1 Les formations forestières et pré-forestières	42
1.2 Les formations steppiques	42
2. Phytodiversité	43
3. Conclusion	47

Chapitre 4 : Quantification de la phytomasse aérienne

1. Définition et concepts de la phytomasse selon Roselt/OSS [2008]	49
2. Protocoles de mesure de la phytomasse aérienne selon Roselt/OSS [2008]	50
2.1. Méthode destructive	50
2.2. Méthodes mixtes ou indirectes	50
3. Quantification de la phytomasse aérienne	53
3.1. Approche méthodologique	53
3.1.1. Principe de la méthode du transect	53
3.1.2. Méthode d'élaboration du transect	54
3.2 Protocole expérimental	54
3.2.1. Matériels utilisés	55
3.2.2. Stations de mesure de la phytomasse	58
3.3. Résultats et discussion	60
3.3.1. Résultats	60
3.3.2. Discussion	71

Partie III : Analyse comparative de la dégradation des sols du Nord au Sud

Chapitre 5 : Analyse spatiale de l'érosion hydrique dans la région Steppique

Introduction	76
1. Approche méthodologique	77
1.1. Justification du choix adopté	78
1.2. Outils du travail	79
1.3. Elaboration des cartes	79
2. Résultats	81
2.1. Carte d'érodibilité	81
2.2. Carte de protection du sol	84
2.3. Carte de sensibilité à l'érosion hydrique	90
3. Discussion et conclusion	93

Chapitre 6 : Analyse spatiale de l'érosion hydrique dans le BV de la Tafna

1. Présentation du BV de la Tafna	99
1.1 Situation géographique	99
1.2 Relief	100
1.3 Géologie	104
1.4 Lithologie	106
1.5 Sols	109
1.6 Réseau hydrographique	109
1.7 Ressources en eaux	112
1.8 Climat	113
1.9 Couvert végétal	115

1.10 Aspects humains	120
2. Analyse spatiale de l'érosion hydrique dans le BV de la Tafna	121
2.1 Approche méthodologique	121
2.2 Résultats	121
2.2.1 Carte d'érodibilité	121
2.2.2 Carte de protection du sol	123
2.2.3 Carte de sensibilité à l'érosion hydrique	125
2.3 Discussion et conclusion	127
Conclusion Générale	131
Annexes	

Liste des figures

Figure 1 : Situation géographique de la région steppique de Tlemcen.....	4
Figure 2 : Carte des pentes de la région steppique de Tlemcen (Tounkob, 2016)	7
Figure 3 : Carte hypsométrique de la région steppique de Tlemcen (Tounkob, 2016).....	8
Figure 4 : Esquisse géologique de la région steppique de Tlemcen (Tounkob, 2016) Extraite de la carte géologique de Tlemcen (PDAU, 2012).....	12
Figure 5 : Carte lithologique de la région steppique de Tlemcen (Tounkob, 2016)..	13
Figure 6 : Organigramme méthodologique pour l'établissement de la carte pédopaysagique (Haddouche, 2017).....	15
Figure 7 : Carte pédopaysagique de la zone steppique de Tlemcen. Etablie par Zatout (2011). La localisation des échantillons du sol prélevés par Bekkouche (2016) est marquée sur cette carte.....	16
Figure 8 : Triangle textural de la Station de Sebdou.....	17
Figure 9 : Triangle textural de la Station de Sidi Djillali.....	17
Figure 10 : Triangle textural de la Station d' El Bouihi.....	18
Figure 11 : Triangle textural de la Station d' El-Aricha.....	18
Figure 12 : Triangle textural de la Station d'El-Gor.....	18
Figure 13 : Carte du réseau hydrographique et des sous bassins versants de la région steppique de Tlemcen (Tounkob, 2016)	20
Figure 14 : Evolution de la population selon les trois derniers [RGPH] des cinq communes de la région steppique de Tlemcen.....	26
Figure 15 : Densité de la population des cinq communes de la région steppique de Tlemcen en 2008.....	27
Figure 16 : Répartition de la SAT de la région steppique de Tlemcen.....	29
Figure 17 : Répartition de la SAU de chaque commune de la région steppique de Tlemcen.....	31
Figure 18 : Effectif du cheptel de la région steppique de Tlemcen - Compagne 2014/ 2015 (DSA, 2016).....	34
Figure 19 : Effectif du cheptel par commune pour la compagne 2014/2015.....	35
Figure 20 : Evolution de l'effectif du cheptel de la région steppique de Tlemcen entre 2010 et 2015.....	37
Figure 21 : Carte physionomique de la végétation de la région steppique de Tlemcen (Bekkouche, 2016).....	46
Figure 22 : Protocol de mesure de la phytomasse (Haddouche, 2009).....	56
Figure 23 : Répartition de la phytomasse dans la station d'El Gor.....	61
Figure 24 : Répartition de la phytomasse dans la station d'El Aricha (transect1)....	63
Figure 25 : Répartition de la phytomasse dans la station d'El Aricha - Transect2....	65
Figure 26 : Répartition de la phytomasse dans la station d'El Bouihi - Transect1....	67
Figure 27 : Répartition de la phytomasse dans la station d'E Bouihi – Transect 2...	69
Figure 28 : Répartition de la phytomasse dans la station de Sidi Djillali.....	71
Figure 29 : Séquence opérationnelle des travaux de cartographie de l'érosion.....	80
Figure 30 : Carte d'érodibilité de la région steppique de Tlemcen (Tounkob, 2016).	83

Figure 31 : Carte d'occupation du sol de la région steppique de Tlemcen (Toukoub, 2016).....	85
Figure 32 : Carte du degré du couvert végétal de la région steppique de Tlemcen (Toukoub, 2016).....	87
Figure 33 : Carte de protection des sols de la région steppique de Tlemcen (Toukoub, 2016).....	89
Figure 34 : Carte de sensibilité à l'érosion hydrique de la région steppique de Tlemcen (Toukoub, 2016).....	91
Figure 35 : Localisation des PPDR et des PPLCD dans la région steppique de Tlemcen (CFS, 2014).....	98
Figure 36 : Situation géographique du BV de la Tafna.....	100
Figure 37 : Carte des pentes du BV de la Tafna.....	103
Figure 38 : Carte géologique du BV de la Tafna.....	105
Figure 39 : Carte lithologique du BV de la Tafna.....	108
Figure 40 : Carte du réseau hydrographique du BV de la Tafna.....	111
Figure 41 : Carte d'occupation du sol du BV de la Tafna.....	117
Figure 42 : Carte du degré du couvert végétal du BV de la Tafna.....	119
Figure 43 : Carte d'érodibilité du BV de la Tafna.....	122
Figure 44 : Carte de protection du sol du BV de la Tafna.....	124
Figure 45 : Carte de sensibilité à l'érosion hydrique du BV de la Tafna.....	126

En annexe

- Les familles de la flore par commune.
- Carte des travaux d'aménagement dans la région steppique de Tlemcen (CFS, 2014).
- Trichromie de la région steppique et du BV de la Tafna.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Surfaces et périmètres des communes composant la région steppique de la wilaya de Tlemcen.....	5
Tableau 2 : Classes des pentes et leurs surfaces dans la région steppique de Tlemcen.....	6
Tableau 3 : Surface des classes d'exposition de la zone steppique de Tlemcen.....	9
Tableau 4 : Classes lithologiques et leur surfaces de la région steppique de Tlemcen.....	11
Tableau 5 : Les points d'eau des communes steppiques de la wilaya de Tlemcen.....	13
Tableau 6 : Evolution de la population selon les trois derniers RGPH des cinq communes de la zone steppique de la wilaya de Tlemcen	26
Tableau 7 : Densité de la population des cinq communes de la région steppique de Tlemcen en 2008.....	27
Tableau 8 : Répartition générale des terres de la région steppique de Tlemcen.....	29
Tableau 9 : Productions agricoles des cultures herbacées [compagne 2014/2015].....	32
Tableau 10 : Productions agricoles des cultures pérennes [compagne 2014/2015].....	32
Tableau 11 : Rendement production agricole/superficie dans les cinq communes de la région steppique de Tlemcen.....	33
Tableau 12 : Evolution du cheptel par commune de la compagne [1986/1987] à la compagne [2014/2015].....	35
Tableau 13 : équivalents-ovin et charge pastorale de la région steppique de Tlemcen pour la compagne [2014/2015].....	39
Tableau 14 : Répartition du nombre d'espèces par type biologique dans la région steppique de Tlemcen.....	44
Tableau 15 : Répartition du nombre d'espèces par type morphologique dans la région steppique de Tlemcen.....	45
Tableau 16 : Superficies des classes d'occupation du sol entre 1984 et 2011 dans la région steppique de Tlemcen.....	47
Tableau 17 : Calcul de la phytomasse aérienne totale - Station d'El Gor.....	60
Tableau 18 : Phytomasse aérienne totale dans un parcours à Armoise blanche Station d'El Aricha - Transect1.....	62
Tableau 19 : Phytomasse aérienne totale dans un parcours à base d'herbacées annuelles. Station d'El Aricha - Transect2.....	64
Tableau 20 : Phytomasse aérienne totale dans un parcours moyennement dégradé à base d'Alfa – Station d'El Bouihi –Transect1.....	66
Tableau 21 : Phytomasse aérienne totale – Station d'El Bouihi -Transect2.....	68
Tableau 22 : Phytomasse aérienne totale dans un parcours moyennement dégradé à base d'Alfa - station de Sidi Djilali.....	70

Tableau 23 : Gradients de pente, leurs classes et leurs surfaces dans la région steppique de Tlemcen.....	81
Tableau 24 : Unités lithologiques, leurs classes et leurs surfaces dans la région steppique de Tlemcen	82
Tableau 25 : Matrice Pente – lithofaciès et classes d'érodibilité.....	82
Tableau 26 : Degrés d'érodibilité et leurs surfaces dans la région steppique de Tlemcen.....	84
Tableau 27 : Types d'occupation du sol, leurs classes et leurs surfaces dans la région steppique de Tlemcen	86
Tableau 28 : Degrés du couvert végétal, leurs classes et leurs surfaces dans la région steppique de Tlemcen.....	88
Tableau 29 : Matrice occupation du sol - couvert végétal et degré de protection....	88
Tableau 30 : Degrés de protection du sol et leurs surfaces dans la région steppique de Tlemcen.....	90
Tableau 31 : Matrice degré d'érodibilité – degré de protection des sols et classes.	90
Tableau 32 : Classes de sensibilité à l'érosion hydrique et leurs surfaces dans la région d'étude.....	92
Tableau 33 : Gradients de pente, leurs classes et leurs surfaces dans le BV de la Tafna.....	101
Tableau 34 : Unités lithologiques, leurs classes et leurs surfaces du BV de la Tafna.....	106
Tableau 35 : Etat d'envasement des cinq grands barrages du BV de la Tafna.....	113
Tableau 36 : Types d'occupation du sol, leurs classes et leurs surfaces dans le BV de la Tafna.....	116
Tableau 37 : Degrés du couvert végétal, leurs classes et leurs surfaces dans le BV de la Tafna.....	118
Tableau 38 : Degrés d'érodibilité et leurs surfaces dans le BV de la Tafna.....	121
Tableau 39 : Degrés de protection du sol et leurs surfaces dans le BV de la Tafna.	123
Tableau 40 : Classes de sensibilité à l'érosion hydrique et leurs surfaces dans le BV de la Tafna.....	125

En annexe

- Précipitations annuelles et saisonnières de la station d'El Aricha [1987-2016]
- Répartition des terres par commune.
- Productions végétales par commune
- Effectif du cheptel par commune
- Récapitulatif des Projets PPDR1 et PPLCD 2009-2012 de la région steppique de la wilaya de Tlemcen (CFS, 2014)
- Travaux réalisés par les services des forêts.

Liste des photos

Photo1 : Parcours défriché au profit de la céréaliculture - Commune d'El Aricha (Avril, 2014).....	30
Photo 2 : Matériel utilisé sur terrain (Corde de 100m, sécateur, décamètre, sachets, vignettes.....)	57
Photo 3 : Matériel utilisé au laboratoire (Étuve pour séchage et balance pour mesure).....	57
Photo 4 : Steppe arborée ou pré-forestière mixte à base de Genévrier Oxycèdre, Chêne vert, Alfa et Armoise blanche (El Gor - Mars, 2013).....	58
Photo 5 : Steppe à Armoise blanche (El Aricha - Avril, 2013)	58
Photo 6 : Steppe post-culturale à base d'herbacées annuelles (El Aricha - Avril, 2013).....	58
Photo 7 : Steppe à Alfa (El Bouihi - Avril, 2014)	59
Photo 8 : Steppe arborée (El Bouihi - Avril, 2014).....	59
Photo 9 : Steppe à Alfa (Sidi Djilali - Avril, 2015).....	59
Photo 10 : Erosion hydrique linéaire. Prés d'El wali Sidi Yahya Belhadj (commune d'El Aricha, Mars 2017).....	93
Photo 11 : Terrains agricoles ravinés (Sud des monts des Traras, Avril 2017).....	127

Liste des abréviations

ADE : Algérienne Des Eaux
AHPE : Automne-Hiver-printemps-Eté
ANBT : Agence Nationale des Barrage et Transferts
ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
APC : l'Assemblée Populaire Communale
APHE : Automne-Printemps-Hiver-Eté
BV : Bassin versant
CFS : Circonscription des forêts de Sebdou
CFT : Conservation des Forêts de la wilaya de Tlemcen
DHT : Direction d'Hydraulique de la wilaya de Tlemcen
DPAT : Direction de Planification et de l'Aménagement du Territoire
DSA : Direction des Services Agricoles
GPS : Geographic Position Systems
GTZ : Office de coopération allemand
HCDS : le Haut Commissariat pour le Développement de la Steppe
INRF : Institut National pour la Recherche Forestière
IRD : Institut de recherché pour le Développement
LRSBG : Laboratoire de Recherche sur les Systèmes Biologiques et Géomatiques
MATE : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement
MNT : Model Numérique du Terrain
NDVI : Normalized Difference Vegetation Index
ORSTOM : Organisme de Recherche Scientifique des Terres d'Outre Mer
P_{am} : Pluies annuelles moyennes
PAP/CAR : Programme d'Actions Prioritaires/Centre d'Activités Régionales
PDAU : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
PVI : Perpendicular Index of Vegetation
R_{am} : Indice d'érosivité annuel moyen
RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat
Roselt/OSS : Réseau d'observation de surveillance écologique à long terme/Observation du Sahara et du Sahal
SAT : Surface Agricole Totale
SAU : Surface Agricole Utile
SBV : Sous bassin versant
SIG : Système d'Information Géographique
TSAVI : Transformed Soil Adjusted Vegetation Index

Introduction générale

Introduction générale

La dégradation des sols et du couvert végétal est l'un des problèmes majeurs auquel sont confrontées la majorité des nations à travers le monde. La croissance démographique et l'augmentation du niveau de vie ont induit à une demande de plus en plus importante en produits alimentaires, en eau et en habitat.

Cette demande progressive, où les besoins des populations dépassent souvent la production des écosystèmes, a bouleversé leur équilibre naturel et les a rendu plus sensibles à l'érosion et à la désertification. Ces deux dernières gagnent chaque année de plus en plus de terres, réduisent leur capacité de régénération et deviennent parfois totalement stériles.

Les surfaces érodées s'étendent sur plus de dix millions d'hectares par an, dont la principale cause est l'érosion hydrique. Cette dernière est responsable de la dégradation de 56 % des terres, suivie par l'érosion éolienne avec 28%, la dégradation chimique (acidification, salinisation) avec 12% et la dégradation physique (compaction) avec 4% (Roose et *al.*, 2010).

La désertification touche actuellement un quart de la superficie du globe (soit 4 milliards d'hectares) et 70% des terres arides (in Benguerai, 2001). L'Algérie est l'un des pays les plus affectée par ce fléau et perd chaque année plusieurs milliers d'hectares, dont des parties sont totalement désertisées (Haddouche, 2009).

Selon Chebbani et *al.* (1999), l'érosion hydrique a dégradé 45% des zones telliennes soit 12 millions d'hectares, voire même plus aujourd'hui. La région Ouest est la plus érodée avec 47% de l'ensemble des terres érodées, viennent ensuite les régions du centre et de l'Est avec respectivement 27% et 26% des terres érodées (MATE et GTZ, 2000). Cette érosion, sous ces différentes formes, occasionne des pertes en terres considérables. Les chercheurs de l'INRF et de l'IRD (ex ORSTOM) ont mesuré des pertes en terre par érosion en nappe de 0.1 à 20 t/ha/an, 5 à 60 t/ha/an pour l'érosion mécanique sèche par les travaux cultureux motorisés et 90 à 300 t/ha/an

pour le ravinement (Roose et *al.*, 2000). Toutefois, l'érosion en nappe est modeste en Algérie tandis que le ravinement et les mouvements de masse mobilisent de gros volumes de terre parfois en 24 heures si une pluie de fréquence rare, avec une hauteur et une durée importantes se manifeste.

La partie Sud de la wilaya de Tlemcen (région steppique) est actuellement sensible à la désertification et sa partie Nord (occupée en grande partie par le BV de la Tafna) est touchée par l'érosion hydrique qui engendre une perte considérable des terres agricoles et dépose des quantités de vase non négligeables au niveau des réservoirs hydrauliques.

Dans ce cadre, nous avons jugé utile d'étudier l'état du couvert végétal dans la région steppique de la wilaya ainsi que le degré de sensibilité des sols à l'érosion hydrique, facteurs clés de la désertification.

Cette étude a été basée sur la quantification de la production de la phytomasse aérienne des principaux parcours steppiques ainsi que sur une qualification spatiale des états érosifs des sols du Nord au Sud de la wilaya.

Ce travail s'articulera autour de trois parties et six chapitres comme suit :

- La première partie, scindée en deux chapitres, sera consacrée à la caractérisation du milieu : physique et socioéconomique de la région steppique et leurs relations avec la dégradation des ressources naturelles (le sol et le couvert végétal) ;
- La deuxième partie, composée elle aussi de deux chapitres, fera l'objet d'une reconnaissance des principales formations végétales présentes, leur phytodiversité ainsi que leur état actuel puis d'une étude de la production des parcours steppiques à travers une quantification de la phytomasse aérienne ;
- et en fin la troisième et la dernière partie sera consacrée à l'étude de la sensibilité des sols à l'érosion hydrique, à travers une analyse spatiale basée sur l'utilisation de la télédétection et les SIG, dans la région steppique (Chap.5) et dans le BV de la Tafna (Chap.6).

Partie I : Caractérisation de la région steppique

Chapitre 1 : Milieu physique

Ce premier chapitre comportera les principales caractéristiques physiques de la région steppique de la wilaya de Tlemcen. Sa situation géographique, son relief, ces aspects géologiques, lithologiques, pédologiques, hydrographiques et en fin le climat qui règne dans la région.

1. Situation géographique

La région steppique de la wilaya de Tlemcen est située au Sud, entre les coordonnées 1°03'10" Est et 1°52'16" Ouest de longitude et 34°41'12" Nord et 40°12'24" Sud de latitude, sur une superficie de 326 840 ha et un périmètre de 606.76 km (Mjahdi, 2011). Elle est formée par des grandes étendues plates, arides et semi-arides à vocation agro-pastorale qui appartiennent à l'ensemble des Hautes Plaines Sud Oranaises. Ces plaines sont encadrées par quelques monticules comme Djebel Mekaidou, Djebel Ourgla et Djebel Ténouchfi et se terminent par des dépressions notamment celle de Dayet El Ferd. L'altitude moyenne est de 1170m. Administrativement la région d'étude est composée de cinq communes : Sebdou, El Gor, El Bouihi, Sidi Djillali et Al Aricha (Fig.1).

Les cinq communes sont limitées par :

- Les Monts de Tlemcen au Nord;
- La wilaya de Naâma au Sud ;
- La Wilaya de Sidi Bel Abbes à l'Est;
- Les frontières algéro-marocaines à l'Ouest.

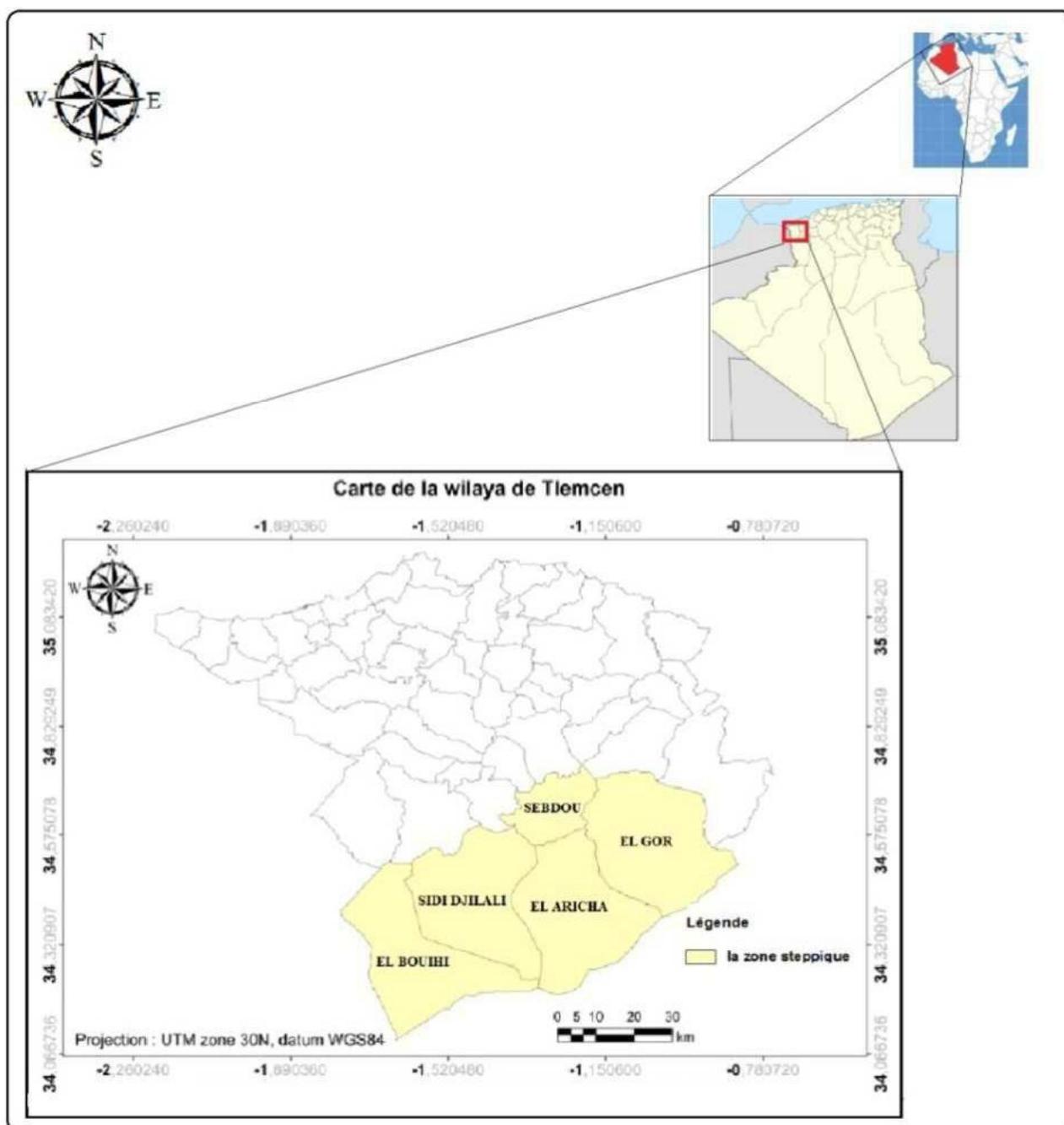


Figure 1: Situation géographique de la région steppique de Tlemcen

La surface et le périmètre de chaque commune sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Surfaces et périmètres des communes composant la région steppique de la wilaya de Tlemcen

Communes	Surfaces (Ha)	Périmètres (Km)
Sidi Djillali	73 340	129,00
El Bouihi	73 400	149,10
El Aricha	74 730	122,90
El Gor	80 390	121,80
Sebdou	24 980	83,96

Source : Ennebati (2015)

La commune d'El Gor est la plus grande de point de vue superficie et la plus petite est celle de Sebdou. Sidi Djillali, El Aricha et El Bouihi ont des superficies presque égales.

2. Relief

La région steppique est composée essentiellement de deux grands ensembles :

- Les Hautes Plaines steppiques, qui forment un ensemble élevé de 1100 à 1200 m d'altitude, c'est une zone tabulaire qui se termine au Nord par la cuvette de Dayat El Ferd (commune d'El Aricha) dont les pentes sont inférieures à 5% (Ghennou, 2014). Elles sont composées aussi de : la plaine de Magoura (commune d'El Bouihi), plaine de Hassi M'hamed (commune de Sidi Djillali) et du plateau de Kerzota (commune d'El Gor) (PDAU, 2014).
- Les massifs montagneux, où les altitudes varient de 1500m à 1800m, dont le point culminant (1843m) se trouve sur le mont de Tenouchfi. Ces massifs s'allongent vers le Nord jusqu'à Terni par Djebel Ouargla (1717m) et vers l'Ouest jusqu'à EL Bouihi par Djebel El Abed (1600m) (Bekkouche, 2016).

Les parties Nord et Sud-Ouest sont caractérisées par des pentes fortes, le relief est accidenté surtout au niveau des massifs montagneux. Les autres parties présentent des pentes modérées formant ainsi les glacis. Ces derniers possèdent des

accumulations calcaires sous forme d'encroutement, souvent ensablés (Benest, 1985).

La carte des pentes établie à partir d'un MNT, a permis de dégager cinq classes de pentes renseignant sur la déclivité de la région steppique (Fig. 2). Ces classes sont les suivantes :

- La classe 0-3% : représente les pentes nulles à faibles (plaines et zones d'épandage) et forme 61,6% de la surface totale de la région d'étude ;
- La classe 3-6 % : pentes faibles à assez modérées formant 17,09 % de la dite surface;
- La classe 6-12% : représente les pentes des glacis, de petites collines et d'agglomérations rocheuses et forme 10,21 % de la dite surface;
- La classe 12-25% : pentes assez fortes, caractérisant les collines et les piémonts des montagnes ;
- La classe plus de 25% : représente les pentes très fortes et correspond aux zones montagneuses où les terrains sont accidentés. Ces deux dernières classes forment 11% de la dite surface (Tab.2).

Tableau 2 : Classes des pentes et leurs surfaces dans la région steppique de Tlemcen

Gradients de pente (%)	Surfaces (Ha)	Pourcentages (%)
0-3	201 215,00	61,60
3-6	55 833,19	17,06
6-12	33 352,10	10,20
12-25	28 215,50	8,64
Plus de 25	8 040,00	2,46

Source : Tounkob (2016)

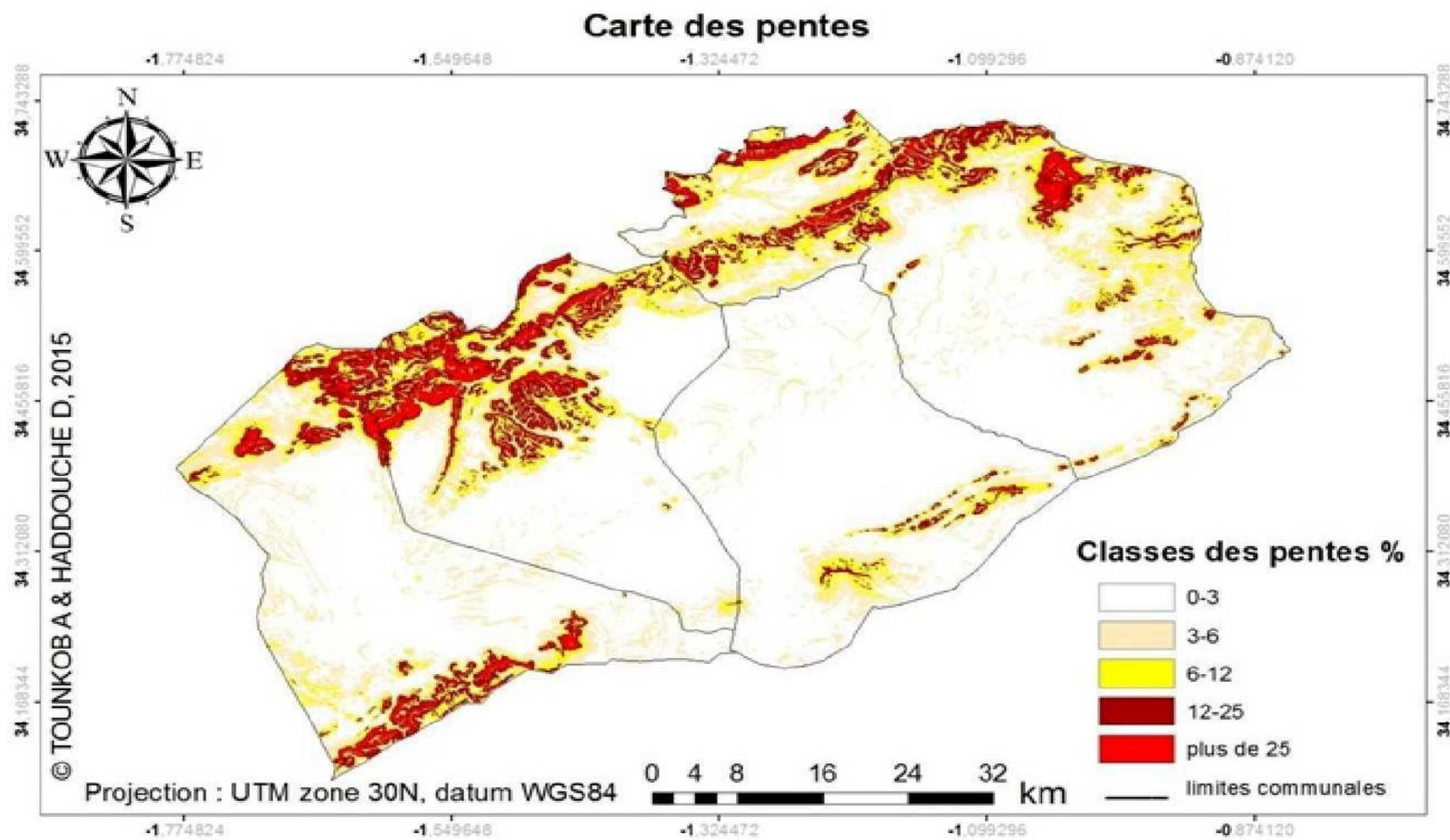


Figure 2 : Carte des pentes de la région steppique de Tlemcen (Toukob, 2016)

Une carte hypsométrique a été aussi établie à partir du MNT (Fig.3). Ce document montre que la région steppique de la wilaya de Tlemcen est un espace élevé de point de vue altitude dont le point le plus bas correspond à 842 mètres.

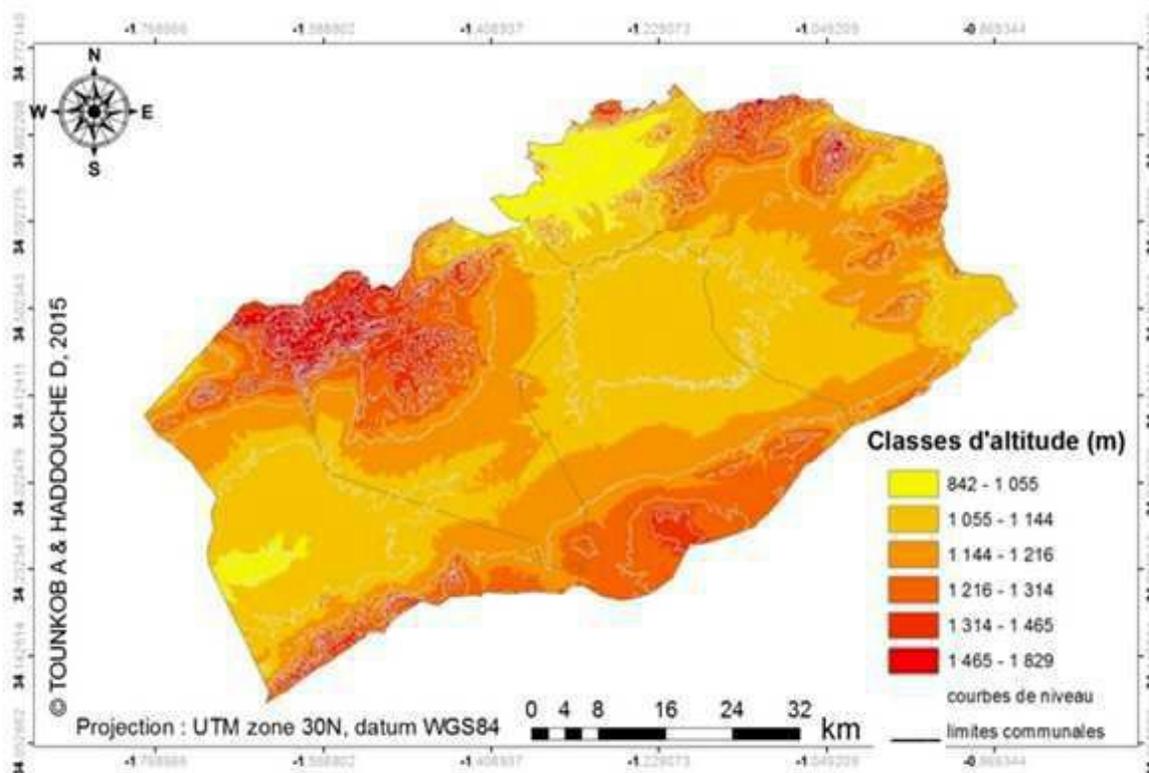


Figure 3 : Carte hypsométrique de la région steppique de Tlemcen (Tounkob, 2016)

Les surfaces de chaque classe d'exposition sont presque égales (Tab.3). Elles sont comprises entre 764 90 ha et 845 89 ha. La surface des terrains plats ne représente que 0.46% de la surface totale de la région steppique, dont seul Dayet El Ferd avec 729 ha et les 771 ha qui restent sont éparpillés sur la région d'étude et localisés dans la commune d'El Aricha en particulier.

Tableau 3 : Surface des classes d'exposition de la zone steppique de Tlemcen

Expositions	Surfaces (Ha)	Taux de recouvrement (%)
Terrain plat	1 500	0,46
Nord	81 681	25,00
Est	76 490	23,41
Sud	84 589	25,89
Ouest	82 450	25,24

Source : Tounkob (2016)

3. Géologie

La géologie est à l'origine de la nature lithologique qui constitue un des facteurs de formation du sol et des formes du relief. Suite aux travaux de Doumergue (1910), Auclair et Biehler (1967), de Benest et Elmi (1969) et Bensalah (1989), réalisés dans la région d'étude, on distingue deux ensembles structuraux :

- La dépression : se caractérise par le matériel quaternaire d'origine alluvionnaire.
- Les massifs montagneux : formés de calcaire fissurés, les roches de ses massifs reposent sur des grés poreux. Ces derniers reposent à leur tour sur des argiles et des marnes. Benest (1985) signale la présence du crétacé à Sebdu.

Selon l'esquisse géologique de la région steppique (Fig.4), extraite de la carte géologique de la wilaya de Tlemcen (P.D.A.U., 2012), les principaux domaines géologiques reconnus sont : les alluvions récents, le miocène inférieur, le dévonien, le basalte quaternaire, le jurassique moyen et le jurassique inférieur.

Selon le PDAU (2014), les communes d'El Gor et d'El Aricha sont constituées essentiellement des domaines géologiques suivants :

- l'Ouest et le Sud de la commune d'El Gor sont occupés par les formations plio-quaternaires constituées essentiellement par les conglomérats des hautes plateaux. Cette zone est connue par sa stabilité tectonique. Le Nord et l'Est de la commune (la zone montagneuse) emmurent des formations du

miocène et du jurassique généralement assez dures (carbonatées et dolomitiques). Elles sont affectées d'une multitude de faille.

- la commune d'El Aricha se trouve sur une dépression comblée de conglomérats. Ces derniers sont formés par des alternances de dépôts caillouteux cimentés par des argiles, des marnes et des gypses avec de rares bancs de calcaires lacustres.

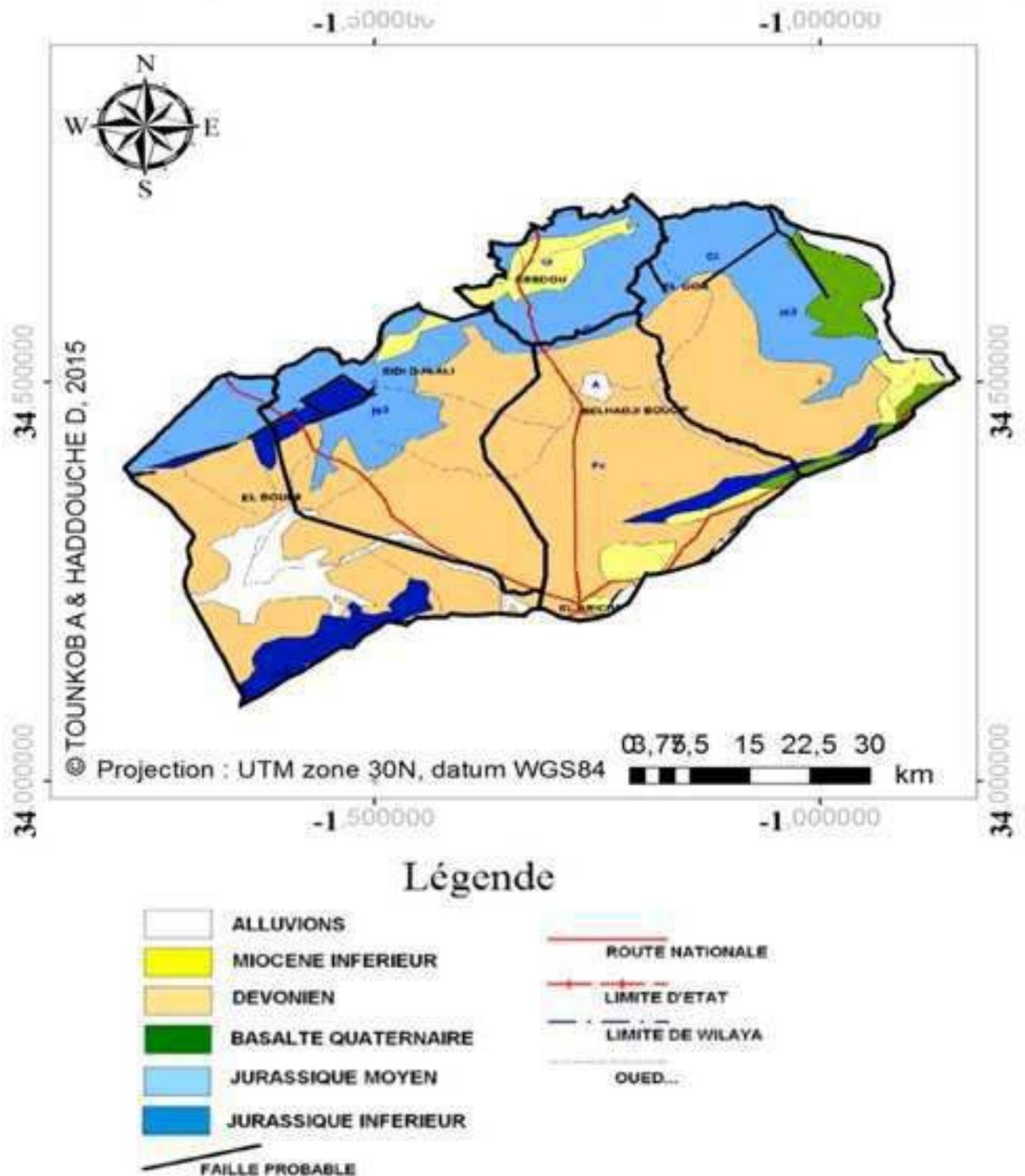


Figure 4 : Esquisse géologique de la région steppique de Tlemcen (Toukoub, 2016)

Extraite de la carte géologique de Tlemcen (PDAU, 2012)

4. Lithologie

La lithologie s'attache à faire connaître un aspect des roches constituant l'écorce terrestre, notamment la nature de leurs éléments minéralogiques et les modes d'association de ceux-ci entre eux. L'élaboration d'une carte lithologique de la région steppique a permis d'identifier les différents types de roches ou de sédiments (sols de surface) présents. Ils sont regroupés en six (06) classes : Alluvions et sables, Argiles, Calcaires et dolomie dure, Calcaire friable, Croute calcaire, Marnes (Fig.5).

Les différentes formations lithologiques ainsi que leurs surfaces sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Unités lithologiques et leur surfaces de la région steppique de Tlemcen

Unités lithologiques	Surfaces (ha)	Pourcentages (%)
Alluvions et sables	31 276,699	9,57
Argiles	1 087,470	0,33
Calcaires et dolomies dures	110 322,000	33,77
Calcaire friable	652,935	0,20
Croute calcaire	178 578,000	54,67
Marnes	4 758,410	1,46

Source : Tounkob (2016)

La grande partie de la région steppique est occupée par la classe des croutes calcaires (54.67%). Cette unité est suivie par les calcaires et les dolomies dures (33.77 %). Les formations lithologiques restantes occupent de faibles superficies.

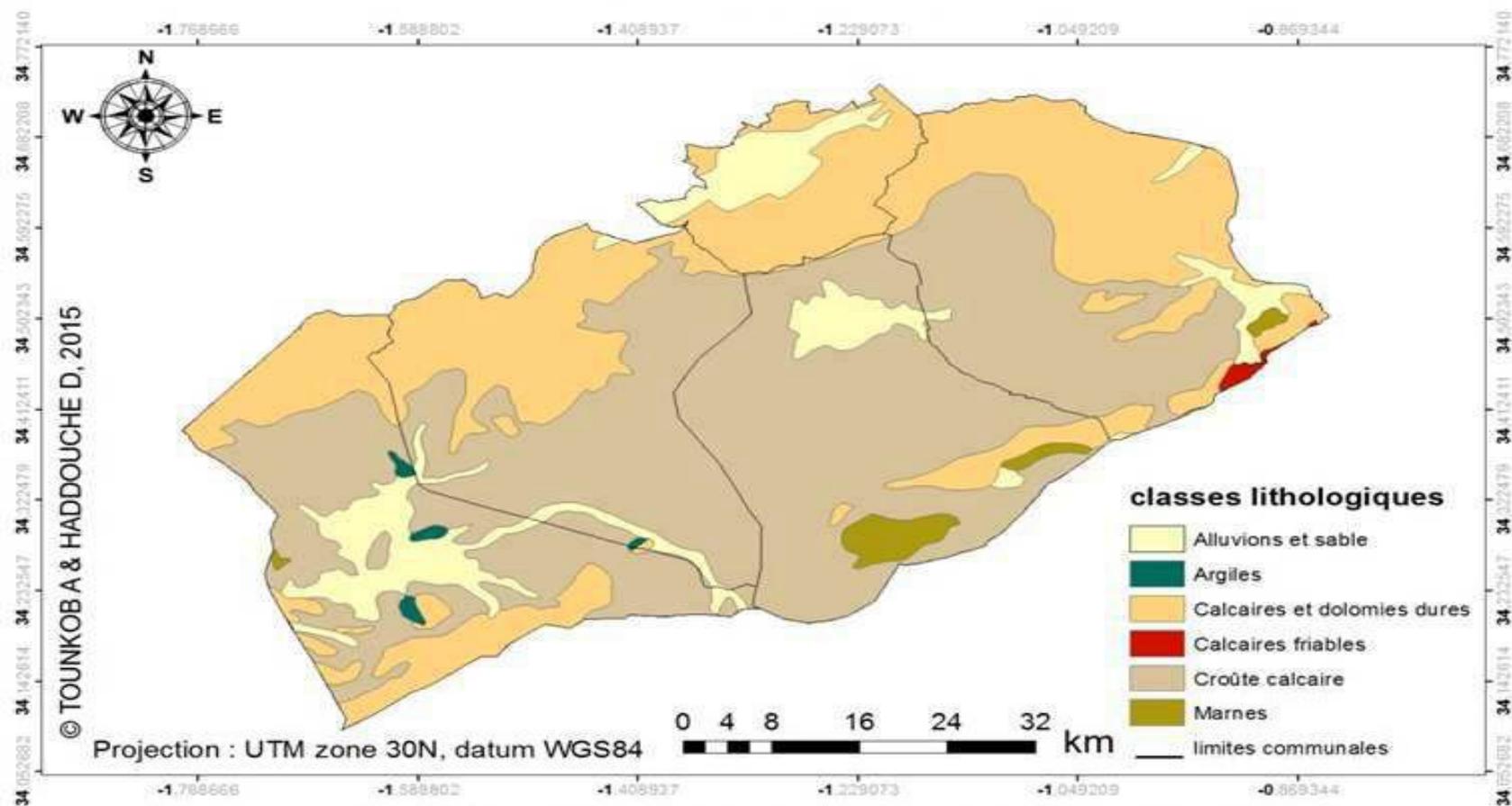


Figure 5 : Carte lithologique de la région steppique de Tlemcen (Touklob, 2016)

5. Pédologie

Il est admis pour tous que l'interaction des facteurs du milieu (morphologie, lithologie, pente, végétation, climat et l'homme) influent sur la tendance évolutive du sol (Haddouche, 2017). Le sol est l'élément principal de l'environnement qui règle la répartition de la végétation. Il se développe en fonction de la roche mère, la topographie et les caractéristiques du climat (Ozenda, 1954). Les sols steppiques adaptés au régime climatique aride sont généralement peu évolués, moins profonds et parfois inexistantes (Haddouche, 2009). Selon Guennou (2014), dans la région steppique de Tlemcen dont le paysage est un ensemble de plaines et de dépressions, les sols reposent le plus souvent sur des formations marneuses et gréseuses parfois associées à des encroutements calcaires et gypseux. Les sols sont peu profonds, avec une assise de couches calcaires sensibles aux érosions hydriques et éoliennes.

5.1. Carte pédopaysagique

Une carte pédopaysagique de la région steppique de la wilaya de Tlemcen a été établie par Zatout (2011). L'objectif de l'élaboration de cette carte est la reconnaissance, à moyenne échelle, des grandes unités des sols qui existent au niveau de la région étudiée.

L'élaboration de la carte pédopaysagique obéit à tout un processus depuis l'acquisition des données satellitaires, jusqu'à la réalisation cartographique. Cela nécessite le passage par l'ensemble des prétraitements et traitements des données numériques jusqu'aux approches exploitées (Haddouche, 2017) (Fig. 6).

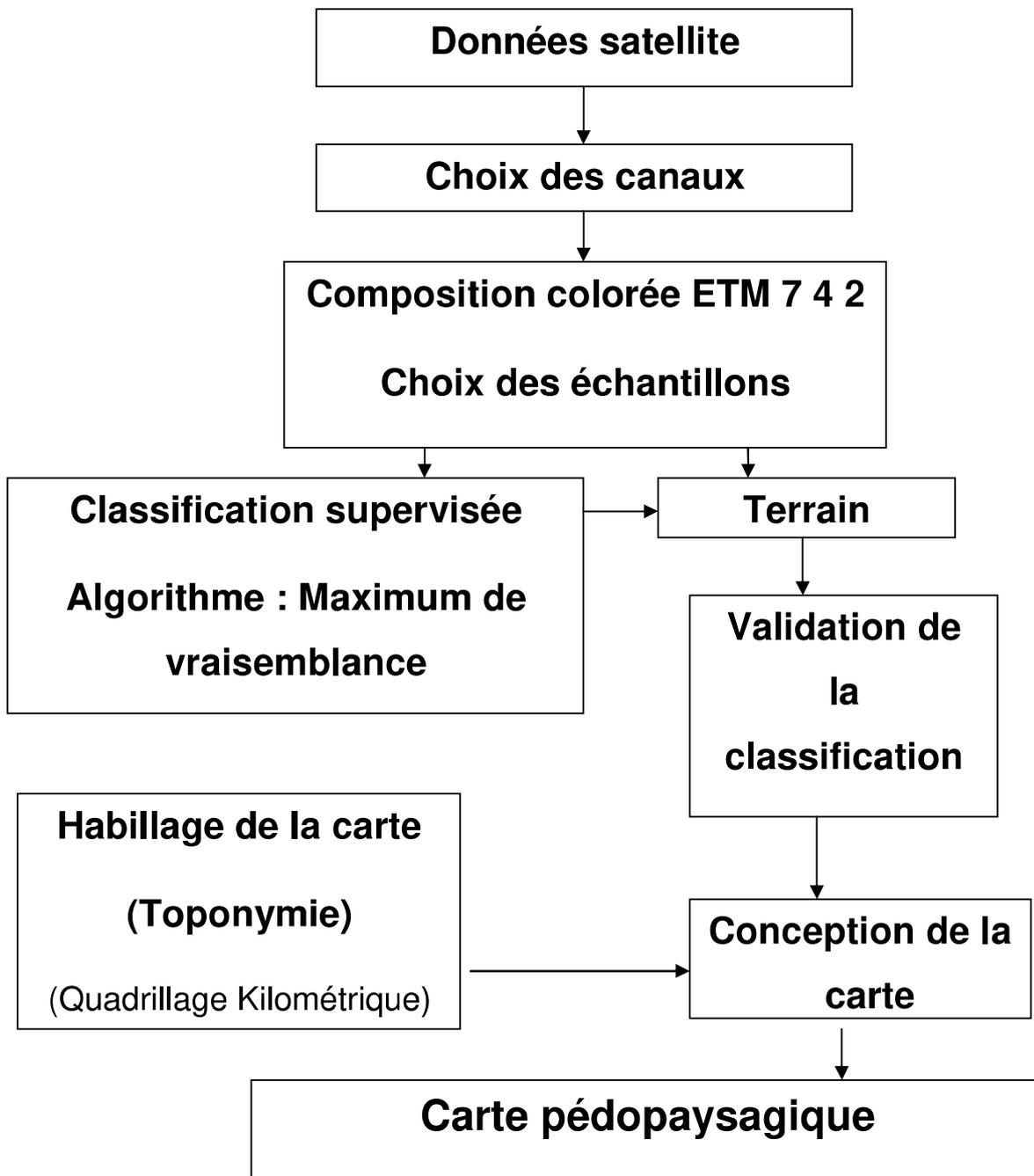


Figure 6 : Organigramme méthodologique pour l'établissement de la carte pédopaysagique (Haddouche, 2017)

Selon la carte pédopaysagique (Fig.7) établie il y a quatre (4) unités de sols dans la région steppique de Tlemcen :

- Les sols calcimagnésiques : c'est des sols qui occupent une grande superficie dans la région. Ils se localisent dans les plaines et les piémonts. Ils sont caractérisés par la dominance du carbone et du calcium.
- Les sols mixtes : nous trouvons ces sols dans la partie Nord de la zone steppique, notamment dans les montagnes. Ces derniers contiennent plusieurs types de sols.
- Les sols peu évolués : ils existent dans des surfaces bien déterminées dans la région d'étude et on distingue : les sols peu évolués d'érosion et les sols peu évolués d'apports alluviaux.

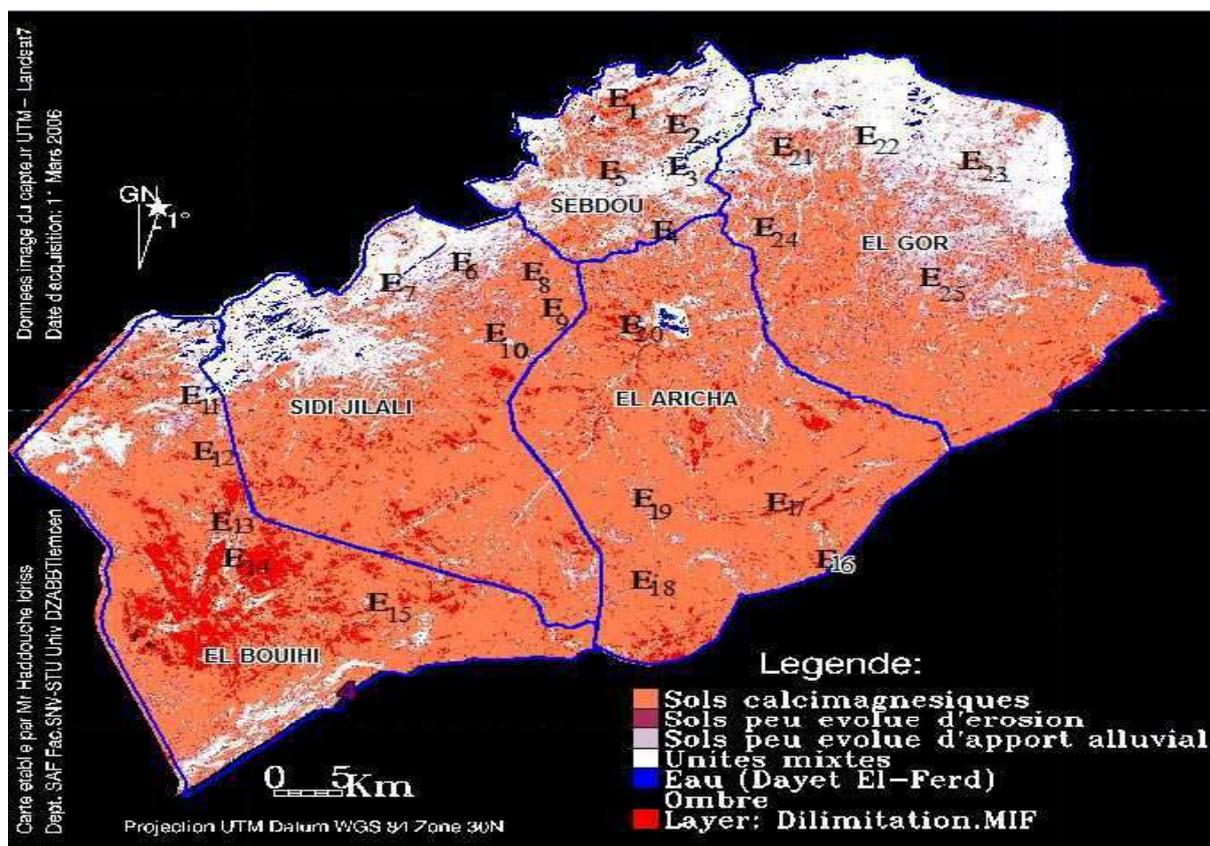


Figure 7 : Carte pédopaysagique de la zone steppique de Tlemcen

Etablie par Zatout (2011). La localisation des échantillons du sol prélevés par

Bekkouche (2016) est marquée sur cette carte.

5.2. Analyses physicochimiques

Une étude pédologique a été réalisée par Bekkouche (2016), dans la région steppique de la wilaya de Tlemcen, sur la base de cinq échantillons dans chaque commune (Fig.7). L'emplacement des échantillons a été choisi au sein des milieux floristiquement homogènes. Les analyses physicochimiques ont donné les résultats suivant :

- La texture des sols échantillonnés est limoneuse, limono-argilo-sableuse et limono-argileuse (Fig. 8, 9, 10, 11 et 12). Bonneau et Souchier (1979), précisent que la prédominance du limon correspond généralement à une structure très sensible à la dégradation.

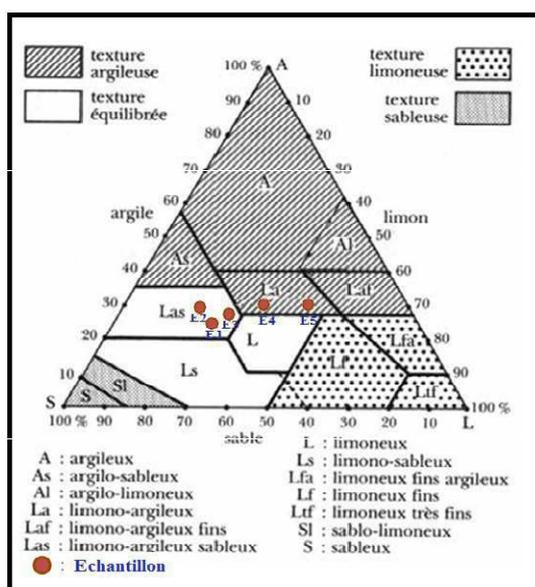


Figure 8 : Triangle textural de la Station de Sebdou

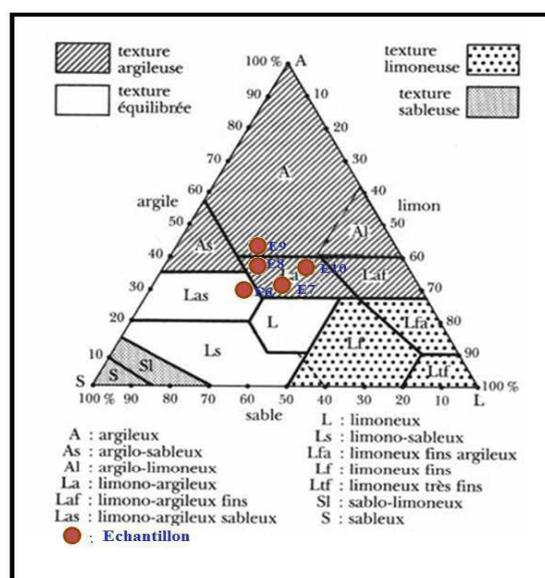


Figure 9 : Triangle textural de la Station de Sidi Djillali

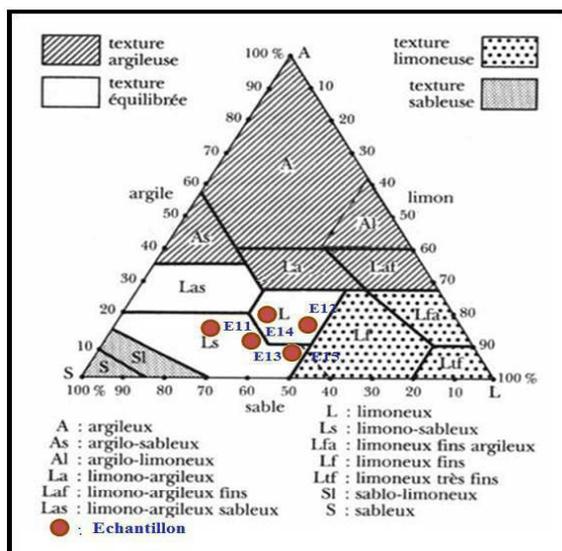


Figure 10 : Triangle textural de la Station d'El Bouihi

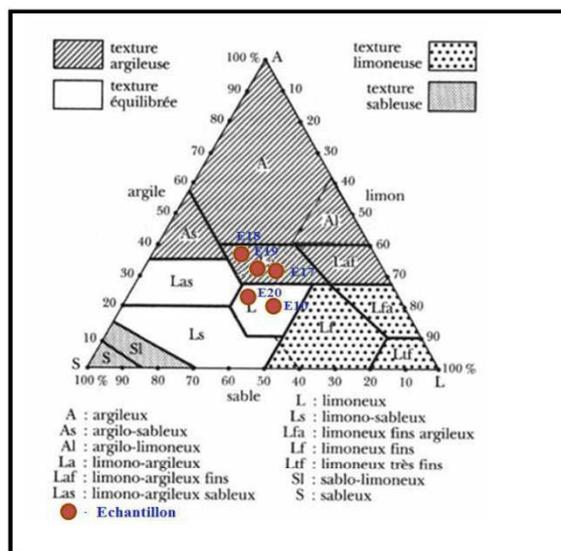


Figure 11 : Triangle textural de la Station d'El-Aricha

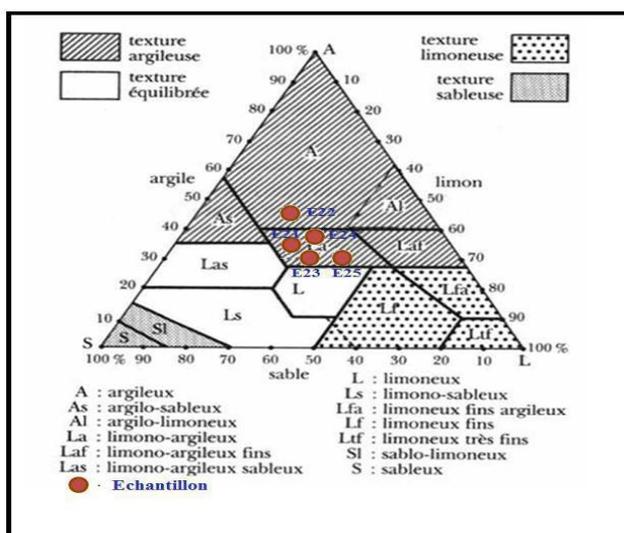


Figure 12 : Triangle textural de la Station d'El-Gor

- Le pH est alcalin dans l'ensemble des stations et La conductivité électrique mesurée révèle des sols non salés pour la plupart des échantillons. Enfin, la teneur de la matière organique est généralement faible, de 0,1 à 1,5 % dans la majorité des échantillons analysés. Ce résultat peut être traduit par l'état du tapis végétal : très clairsemé : discontinu et très irrégulier (Bekkouche, 2016). Djebaili (1984) et Pouget (1980), ont estimé que la moyenne de la matière organique est de 1 à 2% pour les sols steppiques.

6. Hydrographie

Selon la structuration des unités hydrographiques de l'Algérie, la région d'étude est alimentée par trois (03) grands bassins versants (Ennebati, 2015) :

- Le bassin versant de la Tafna ;
- Le bassin versant du Chott Echergui ;
- Le bassin versant de la Macta.

La situation des cinq (05) communes dans les bassins versants est comme suit :

- Sebdou appartient au bassin versant de la Tafna et au sous bassin n°4 d'Oued Sebdou;
- Sidi Djillali, El Bouihi et El Aricha appartiennent au bassin versant du Chott Echergui et aux sous bassins versants n°1 et 2 ;
- El Gor appartient aux deux (02) bassins versants : le bassin versant du Chott Echergui et le bassin versant de Ras El Ma qui comprend 02 sous bassins : Oued Berbor et Oued El Hammam.

Le réseau hydrographique contient plusieurs cours d'eau endoréiques et exoréiques, venant de tous les sens et à régime temporaire. Selon Merzouk (1994), le réseau hydrographique est caractérisé par trois écoulements :

- Un écoulement vers le Nord par la vallée de Mekker (Nord-Est d'El -Gor) ;
- Un écoulement vers l'Ouest : les eaux arrivent de Djebel Mekkaïdou, passent par Magoura pour rejoindre la vallée de la Moulouya ;
- Un écoulement endoréique au centre où les eaux convergent vers Dayat El-Ferd.

La région steppique comprend sept sous bassins versants, par ordre d'importance décroissant sont : Dayet el Ferd, oued Meskhska, oued Tafna amont, oued Mekerra moyen, oued Mekerra amont, oued Mouilah amont et oued Isser cedra (Fig.13).

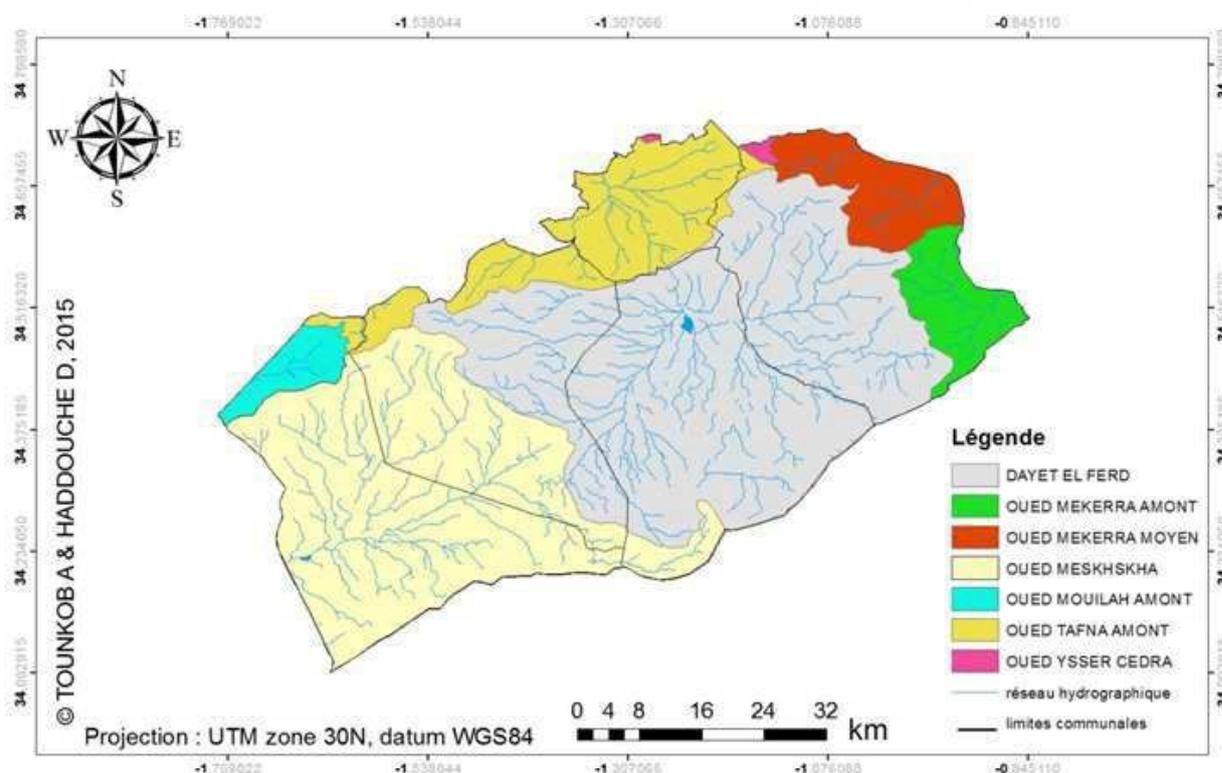


Figure 13 : Carte du réseau hydrographique et des sous bassins versants de la région steppique de Tlemcen (Tounkob, 2016)

Selon une étude des potentialités hydrologiques de la région steppique de Tlemcen de Ennebati (2015) : la région comprend 178 points d'eau, dont 113 forages, 46 puits et 19 sources. Ils sont gérés par différents établissements qui sont : le HCDS, l'ADE, l'APC, la DSA et la CFT. Leur répartition par commune est représentée dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Les points d'eau des communes steppiques de la wilaya de Tlemcen

Communes	Forages	Puits	Sources	Total
Sebdou	13	4	7	24
El Aricha	18	8	0	26
Sidi Djillali	24	15	8	47
El Gor	22	11	1	34
El Bouihi	36	8	3	47
Total	113	46	19	179

Source : Ennebati (2015)

Les communes de Sidi Djillali et d'El Bouihi sont les plus riches en points d'eau. La commune de Sebdou contient le nombre le plus réduit mais avec un débit plus important que dans les autres communes dépassants souvent 10 litres/seconde.

Selon la même étude, la majorité de ces points d'eau sont situés sur les parcours steppiques et sur les terrains agricoles augurant un aménagement possible et durable de la région.

7. Climat

Le climat de la région steppique de la wilaya de Tlemcen a été étudié dans plusieurs travaux de recherches à l'université de Tlemcen. Nous citons comme exemples les travaux de : Bouabedellah (1991), Bouazza (1991 et 1995), Benabadji (1991 et 1995), Benabadji et Bouazza (2000 a et b), Aboura (2011) et Bekkouche (2011, 2013 et 2016). Une synthèse des ces travaux a fait ressortir les constatations essentielles suivantes :

- Le climat de la région est méditerranéen, continental à semi continental, caractérisé par un été chaud et très sec et un hiver très frais et plus humide ;
- Le bioclimat est de types semi aride à aride ;
- Les précipitations sont très irrégulières d'une année à l'autre et elles dépassent rarement 400 mm / an. Elles sont souvent d'origine orographique et tombent sous formes d'orage. Ces derniers sont généralement responsables de la plus forte érosion enregistrée au cours de l'année. L'irrégularité inter et intra annuelles des précipitations est nettement observée dans les données pluviométriques de l'ANRH entre 1987 et 2016 de la station d'El Aricha, le minimum de pluie était enregistré en 1988 avec 111,1 mm et le maximum en 1996 avec 370,7 mm (voire annexe).

Une comparaison entre les données pluviométriques ainsi que des températures entre deux périodes de 25 ans d'une ancienne période (de 1913 à 1938) de Seltzer (1948) et une nouvelle période (de 1987 à 2012) de l'ANRH, de la station d'El Aricha a montrée :

- Une régression de la pluviométrie annuelle de 92 mm entre 1913-1938 (avec 282 mm) et 1987-2012 (avec 190 mm) ;

- La période la plus arrosée s'étend généralement entre Octobre-Novembre et Mars-Avril. Le mois le plus arrosé était Mars durant la période 1913-1938 (avec 32 mm) et le mois de Novembre pour la période 1987-2012 (avec 38 mm) ;
- Les mois de Juillet et Aout sont les plus secs pour les deux périodes ;
- La période sèche se prolonge sur une durée de 5 à 6 mois et se déroule de la mi Mai au début d'Octobre. Elle peut atteindre 9 mois sur les plateaux, moins sur les monts de Sidi Dijilali et Mékaidou ;
- Le régime saisonnier des précipitations était de type AHPE durant la période 1913-1938 et de type APHE pour la période 1987-2012 ;
- La température moyenne annuelle était de 13,78°C pour la période 1913 - 1938, avec une moyenne maximale (M) de 22,12° C et une moyenne minimale (m) de 5,43°C. La température la plus élevée était enregistrée dans le mois de Juillet (avec 35,6°C), et la plus basse dans le mois de Janvier (avec -1,5°C) durant cette période ;
- Au cours de la période 1987- 2012, la température moyenne annuelle était de 15,89°C, avec une moyenne maximale (M) de 20,81° C et une moyenne minimale (m) de 10,97°C. La température la plus élevée était enregistrée dans le mois d'Aout (avec 33,75°C), et la plus basse dans le mois de Février (avec 3,92°C) ;
- L'amplitude thermique était de 37,10 °C, entre 1913 et 1938 possédant ainsi un climat continental. Entre 1987 et 2012, l'amplitude thermique calculée était de 29,80°C indiquant un climat semi-continental selon la classification de Debrach (1959).

Les vents qui soufflent sur la région ont selon leur direction diverses origines :

- Vents du Nord : en hiver, ces vents secs et froids pénètrent la zone d'étude par les monts de Tlemcen, ils favorisent les chutes de neige à plus de 1 400 mètres d'altitude (Sidi-Djilali). De Mars-Avril à Octobre, ces vents sont chauds et parfois humides par suite de leur passage sur la mer. Ce phénomène réduit relativement la chaleur de l'été dans la zone de Sebdo ;
- Vents d'Ouest : ce sont les vents dominants. Ils soufflent du Sud-Ouest au Nord-Est. Une grande partie des précipitations provient de l'ascendance forcée de ces masses d'air sur les monts de Tlemcen, ce qui permet à la

zone de Sidi Djilali d'être relativement arrosée. Ils sont fréquents pendant les mois de Novembre à Février ;

- Vents du Sud : secs et chauds, appelés Sirocco, qui soufflent surtout au printemps et en automne, quelques fois en été, ramènent avec eux une quantité appréciable de sable et de limon. Seltzer (1946) précise que les vents forts augmentent l'évaporation tout en éliminant l'humidité. Ce fait majeur nous permet d'avancer que ce sont surtout ces vents du Sud-Ouest qui dominent dans la région d'étude toute l'année (Bouazza, 1995).

Selon Amrani (2001), la station d'El Aricha a enregistré 4 jours d'enneigement par an et 50 jours de gelées blanches qui se concentraient entre les mois de Novembre et Mars.

Les résultats des études du climat dans la région steppique de la wilaya de Tlemcen, notamment dans la zone d'El Aricha, ont montré une diminution de la pluviométrie annuelle entre les périodes étudiées avec une augmentation de la température surtout minimale. Toutefois, pour mieux distinguer la variabilité des paramètres climatiques et tirer des conclusions fiables, toute étude du climat en zone méditerranéenne, nécessite des longues séries d'observations s'étalant entre 30 à 50 ans voire même un siècle.

8. Conclusion

L'étude des caractéristiques du milieu physique de la région steppique de la wilaya de Tlemcen, nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

- C'est un espace élevé (altitude minimale : 842 m), composé essentiellement par des Hautes Plaines steppiques (d'une altitude de 1100 à 1200 mètres) qui appartiennent à l'ensemble des Hautes Plaines sud oranaises, de quelques monticules et des dépressions, notamment celle de Dayet El Ferd ;
- Le relief est accidenté qu'au niveau des massifs montagneux. Les autres parties présentent des pentes modérées formant des glacis ;
- La classe de pente la plus dominante est de 0 à 3 % représentant 61,60 % de la surface totale de la région ;

- La grande partie des terrains est formée par des croutes calcaires (54, 67% de la surface totale), suivis par les calcaires et les dolomies dures (33,77% de la surface totale) ;
- Les sols sont peu profonds, avec une prédominance de la texture limoneuse correspondant généralement à une structure très sensible à la dégradation. Avec une teneur en matière organique faible qui les rend plus vulnérable aux phénomènes d'érosion hydrique et éolienne ;
- Le réseau hydrographique contient plusieurs cours d'eau (endoréiques et exoréiques) venant de tous les sens et à régime temporaire. Ils sont alimentés par trois (3) grands bassins versants : le bassin versant de la Tafna, le bassin versant du Chott Echergui et le bassin versant de la Macta ;
- La région englobe des potentialités hydriques importantes augurant à un aménagement possible et durable ;
- Le climat de la région est méditerranéen semi continental à continental, avec un bioclimat à tendance aride. Les précipitations sont très irrégulières d'une année à l'autre et au cours de la même année et tombent souvent sous forme d'orage. La saison sèche s'étale sur une durée de 6 mois et peut se prolonger à 9 mois dans les plateaux ;
- Les études du climat ont montré une diminution de la pluviométrie avec une augmentation de la température surtout minimale entre le début et la fin du siècle. Ce constat est favorable à l'accentuation des phénomènes de steppisation et de désertification voire même de la désertisation. Cela sera confirmé à travers l'étude de la productivité du milieu dans la deuxième partie de ce travail.

Partie I : Caractérisation de la région steppique

Chapitre 2 : Etude socioéconomique

L'étude des aspects socioéconomiques s'avère actuellement indispensable pour mieux comprendre la problématique des milieux en dégradation. Car l'homme avec ces activités inappropriées est le facteur principal et l'accélérateur de la dégradation des écosystèmes naturels. En plus, la multiplication de la population induit immédiatement à une demande plus importante en produits alimentaires, cela se traduit souvent par des défrichements et une surexploitation des milieux naturels sans oublier l'effet de l'urbanisation et l'industrialisation.

1. Population

L'étude de la population d'une commune ou d'une zone est une phase essentielle dans la compréhension de la dynamique urbaine. Pour notre travail, l'analyse de la population est basée sur les résultats des recensements [RGPH] ainsi que les enquêtes menées par un bureau d'étude. Pour cela, le PDAU et le DPAT sont les sources élémentaires pour procurer tous les données utiles du recensement et l'activité liée à chaque commune.

1.1. Evolution de la population

Selon les trois derniers [RGPH] (Tab.6), la population au niveau des cinq communes de la région steppique de la wilaya de Tlemcen, a connu une croissance continue durant les trois dernières décennies. Une diminution du nombre d'habitants est observée entre 1987 et 1998 dans les communes d'El Aricha et de Sidi Djilali. Cela n'a pas été dû à une diminution dans le taux d'accroissement de la population mais plutôt il a été dû principalement au départ d'un certain nombre d'habitants lors de la décennie noire vers d'autres agglomérations plus sécurisées.

Tableau 6 : Evolution de la population selon les trois derniers [RGPH] des cinq communes de la région steppique de Tlemcen

Communes	RGPH 1987	RGPH 1998	RGPH 2008
Sebdou	25203	35836	40932
El Aricha	5820	5100	7171
Sidi Djilali	7118	5229	7155
El Gor	7268	7754	8762
El Bouihi	7833	7618	9021
Total	53242	61537	73041

Source : D.P.A.T (2014)

Les cinq communes comptent actuellement un nombre total de 73041 habitants, selon les dernières statistiques faites en 2008, soit 4% de la population totale de la wilaya de Tlemcen et sur le un tiers (1/3) de sa surface (DPAT, 2014). La figure ci-dessous illustre mieux l'évolution de la population dans les cinq communes.

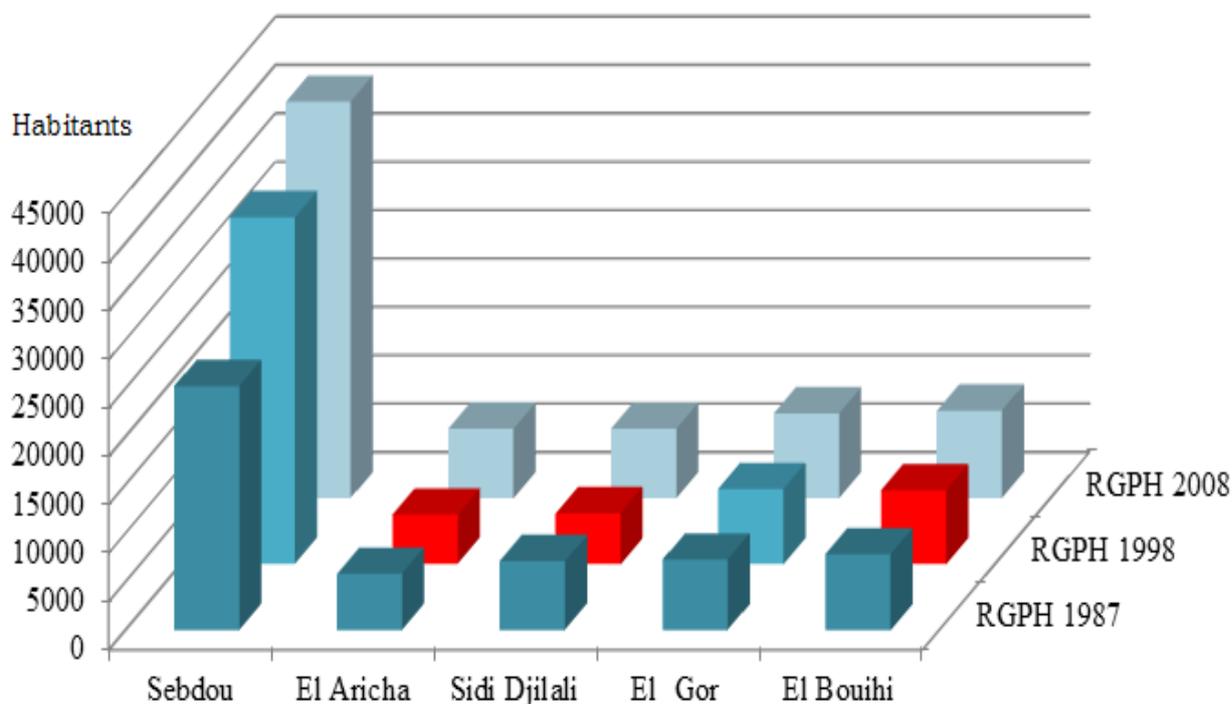


Figure 14 : Evolution de la population selon les trois derniers [RGPH] des cinq communes de la région steppique de Tlemcen

La population des quatre communes (El-Aricha, El-Gor, Sidi Djilali et El Bouihi), est répartie entre trois grandes tribus : Ouled N'Har Gheraba, Ouled N'Har Cheraga et les Angads. La première occupe le territoire contenu entre Magora et Sidi Djilali. La seconde les espaces compris entre Belhadji Boucif et El-Aricha. Quant à la tribu des Angads elle régnait sur la région d'El-Gor (CFS, 2014).

1.2. Densité de la population

La densité de la population est le nombre d'habitants d'une population occupant une surface donnée. Le tableau 7 et la figure 15 montrent la densité de la population dans chaque commune de la région steppique en 2008.

Tableau 7 : Densité de la population des cinq communes de la région steppique de Tlemcen en 2008

Communes	Superficies (Km²)	Populations (RGPH, 2008)	Densités (hab. / Km²)
El Aricha	747,3	7171	10
Sidi Djilali	733,4	7155	10
El Gor	803,9	8762	11
El Bouihi	734	9021	12
Sebou	249,8	40932	164
Total	3268,4	73041	42

Source : D.P.A.T. (2014)

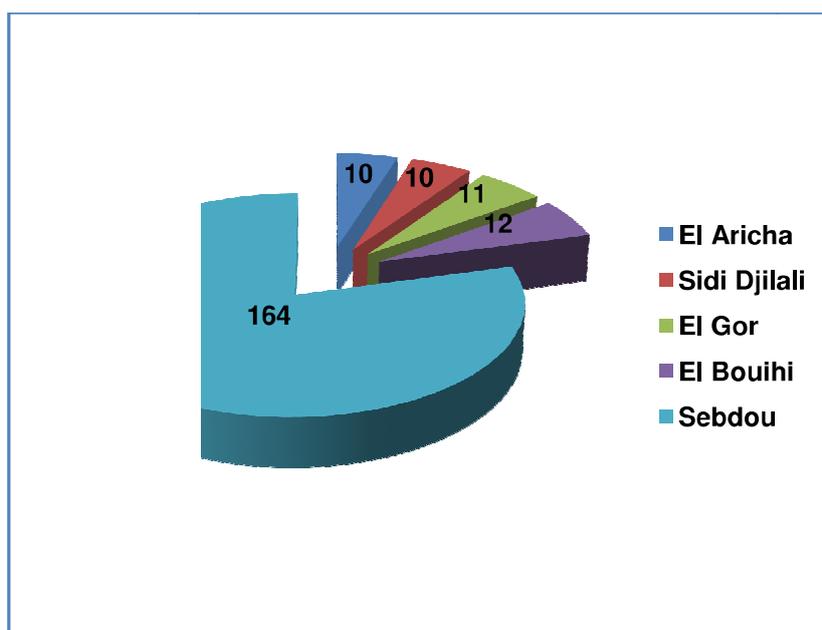


Figure 15 : Densité de la population des cinq communes de la région steppique de Tlemcen en 2008

La densité de la population est très élevée au niveau de la commune de Sebdou (164 habitants/Km²) par rapport aux autres communes avec seulement 10 à 12 habitants/km². Cela semble être plutôt dû à l'approximé de la commune de Sebdou au chef lieu de la wilaya.

1.3. Activité de la population

La vie de la population est organisée autour des activités agro-pastorales. La population occupée en agriculture représente presque la moitié de la population totale occupée. L'activité agricole est dominée par une céréaliculture de subsistance, localisés essentiellement dans les communes d'El Aricha et d'El Gor. Les pratiques pastorales sont basées sur l'élevage du cheptel principalement ovin. Le taux de chômage moyen est très élevé (46%) par rapport à celui de la wilaya (26%). Il traduit les faibles sources d'opportunités économiques dans cette région (DPAT, 2014).

Le mode de vie traditionnel et dominant dans la région était basé totalement sur le nomadisme. Ce dernier a été bouleversé à travers le temps suite à plusieurs facteurs : déclin de la Achaba-Azzaba et la paupérisation des pasteurs lors de l'époque coloniale qui a induit à une sédentarisation massive des nomades après l'indépendance. L'industrialisation, la mécanisation et la scolarisation ont été aussi à l'origine de la fixation d'une grande partie des nomades. En 1968, 70% de la population étaient encore nomades ; en 1977 il n'en restait que 13% (DPAT, 2014). Les agropasteurs, sont devenus des semi nomades qui se déplacent que sur des rayons restreints et la plupart utilisent la tente à temps partiel pour la conduite du troupeau.

2. Répartition générale des terres

Les terres dans la région d'étude se répartissent selon leur nature juridique sur quatre catégories dominantes (CFS, 2014) :

- Arche : ce sont des terres qui appartiennent à des familles et aux tribus de la région ;
- Communales : ce sont des terres qui reviennent à la commune ;
- Domaine de l'Etat : ce sont des terres qui appartiennent à l'Etat et sont gérées par l'administration forestière ;
- Sebga : ce sont des terres gérées par les agriculteurs.

Selon les données statistiques du 31/12/2015, déclarées par la DSA de la Wilaya de Tlemcen en 2016, la répartition des terres par commune est comme suit (Tab. 8) :

Tableau 8 : Répartition générale des terres de la région steppique de Tlemcen

Communes	Surfaces (Ha)	SAT (Ha)	SAU (Ha)					Autres terres utilisées par l'Agriculture (Ha)	
			Total (Ha)	D O N T				Parcours pacages	Terres improduct.
				Irriguée	Terres labour.	Cultures perman.	Cultures s/serres		
El Bouihi	73400	44100	19500	278	19185	315	0	24400	200
El-Aricha	74730	25000	15700	51	15598	102	0	9000	300
El-Gor	80390	46000	17000	102	16856	144	0	28965	35
Sebdou	24980	17758	9406	442	8086	1320	0	8152	200
Sidi Djilali	73340	41300	10000	133	9746	254	0	31000	300
Total	326840	174168	71606	1006	69471	2135	0	101517	1035

Source : DSA (2016)

2.1. Répartition de la SAT

La surface agricole totale (SAT) de la région steppique est composée de la surface agricole utile (SAU) et des autres terres utilisées pour l'activité pastorale (parcours, pacages et les terres improductives) (Fig.16).

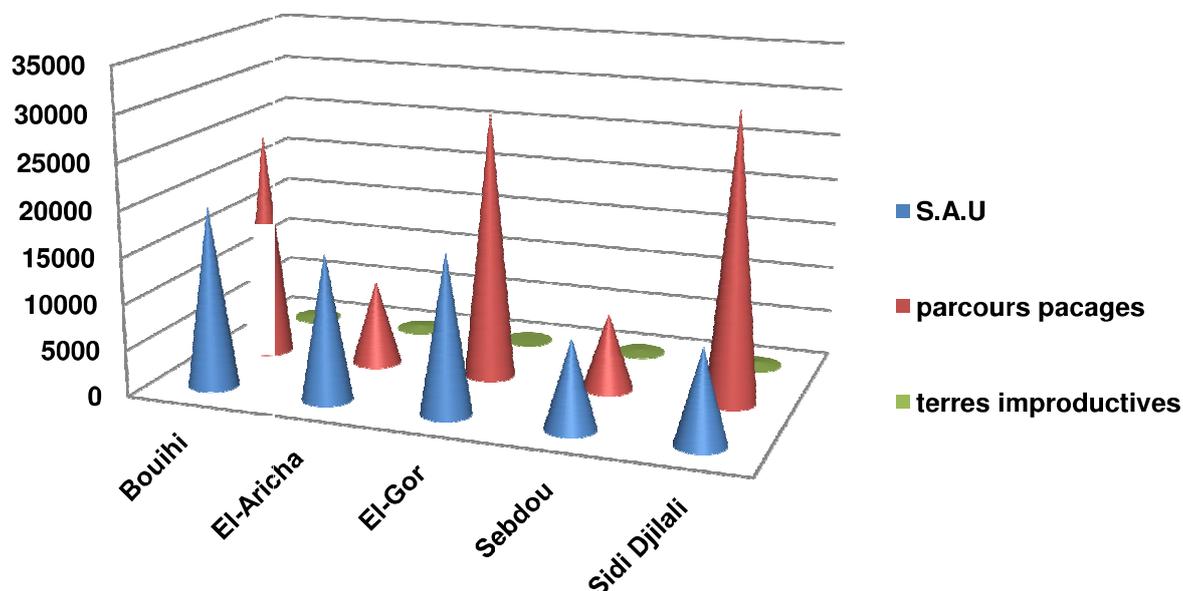


Figure 16 : Répartition de la SAT de la région steppique de Tlemcen

En analysant la figure 16, il s'avère que la surface des parcours et pacages est beaucoup plus importante que la SAU dans les communes d'El Bouihi, El Gor et de Sidi Djilali, presque égale dans la commune de Sebdou et moins importante dans la commune d'El Aricha. Cela prouve que cette dernière a été plus touchée par le défrichement des parcours au profit de l'agriculture que dans les autres communes. En parcourant le terrain d'El Aricha, ce phénomène se constate rapidement (Photo1).

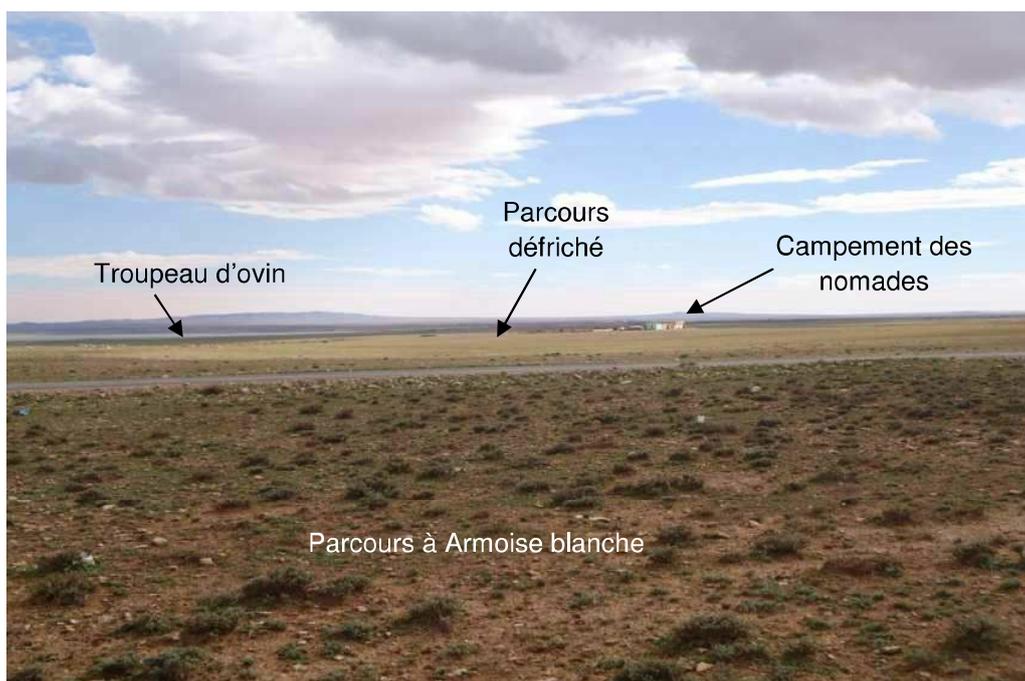


Photo1 : Parcours défriché au profit de la céréaliculture
Commune d'El Aricha (Avril, 2014)

Par contre, les terres improductives occupent une surface minime, seulement 35 ha dans la commune d'El Gor et entre 200 et 300 ha dans les autres communes.

2.2. Répartition de la SAU

La SAU de la région étudiée est réparti en 03 types de terres avec des surfaces variables :

- Terres irriguées avec 1006 ha ;
- Terres labourées avec 69471 ha;
- Terres occupées par des cultures permanentes avec 2135 ha.

Les cultures sous serres sont totalement absentes dans la région d'étude (Tab.8)

La répartition de la SAU de chaque commune est illustrée dans la figure suivante :

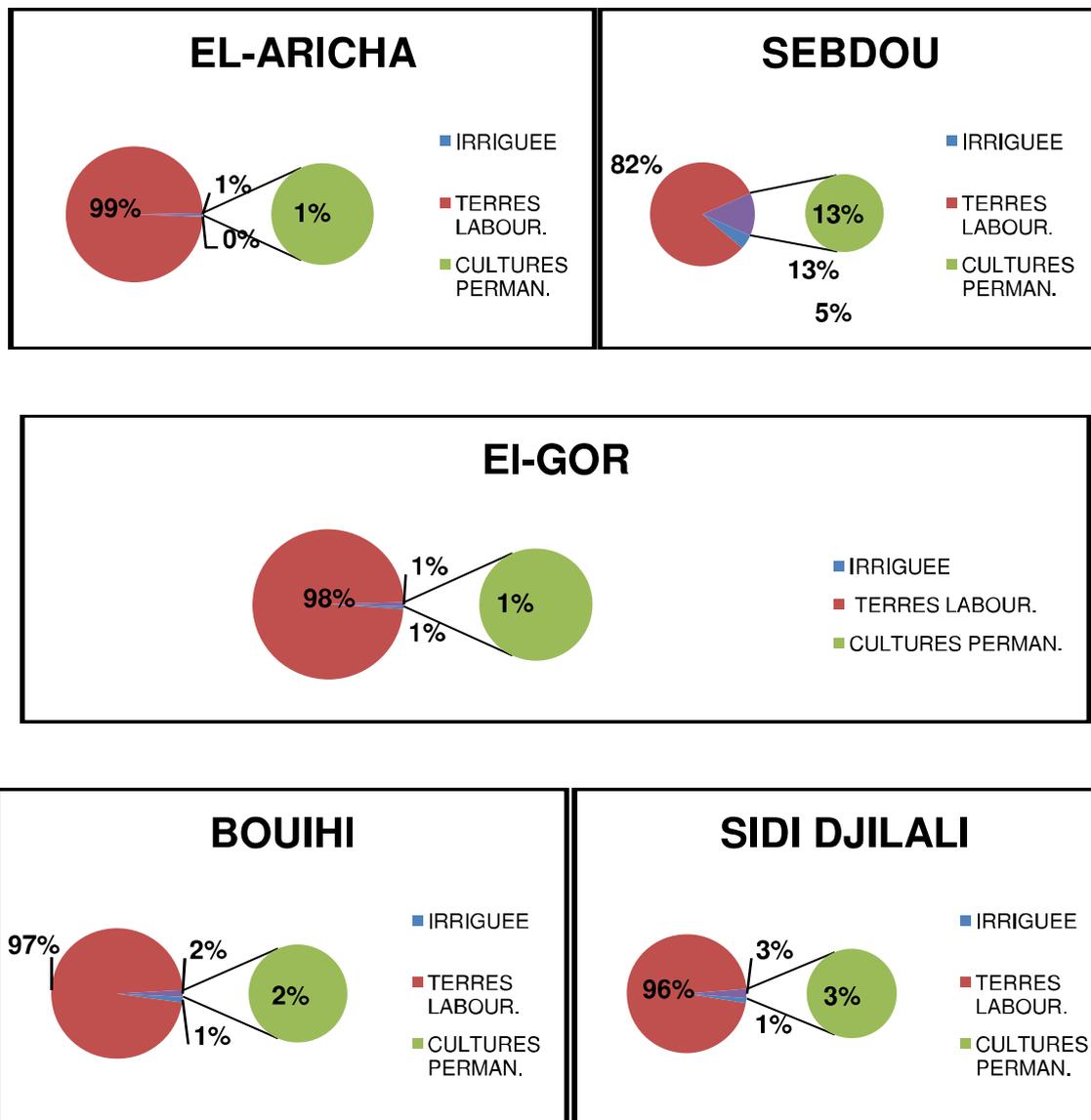


Figure 17 : Répartition de la SAU de chaque commune de la région steppique de Tlemcen

En analysant la figure ci-dessus, il s'avère que la majorité de la SAU est composée des terres labourées dans l'ensemble des communes (entre 82 et 99%). Les cultures permanentes ne représentent que 13% dans la commune de Sebdoou et que 1 à 3% dans les autres communes. Idem pour les terres irriguées (5% à Sebdoou et environ

1% dans les autres communes). La dominance des terres labourées au profit des terres occupées par les cultures permanentes rend la région steppique plus sensible à la dégradation du sol.

3. Production agricole

Les tableaux 9 et 10 présentent les différentes productions agricoles de chaque commune (cultures herbacées et cultures pérennes) pour la campagne 2014/2015.

Tableau 9 : Productions agricoles des cultures herbacées [campagne 2014/2015]

Communes	Céréales		Légumes secs		Fourrages artificiels		Cultures maraichères	
	Superficies ensemencées (Ha)	Prod. (Qx)	Sup. (Ha)	Prod. (Qx)	Sup. (Ha)	Prod. (Qx)	Sup. (Ha) réelle	Prod. (Qx)
El-Aricha	9650	110300	0	0	120	4320	0	0
El- GOR	10100	114350	0	0	100	3600	1	80
Bouihi	7250	85000	0	0	130	4680	6	600
Sidi Djilali	7415	86930	0	0	100	3600	0	0
Sebdou	4860	44620	10	130	250	9000	127	32440
Total	39275	441200	10	130	700	25200	134	33120

Source : DSA (2016)

Tableau 10 : Productions agricoles des cultures pérennes [campagne 2014/2015]

Communes	Viticulture		Agrumes		Figuiers		Arb. Fruitiers diverses		Oliviers		
	Sup. (Ha)	Prod (Qx)	Sup.com pl (Ha)	Prod. (Qx)	Sup. (Ha)	Prod (Qx)	Sup. compl (Ha)	Prod. (Qx)	Sup. (Ha)	Nbre total oliviers cultivés	Prod. (Qx)
El-Aricha	0	0	0	0	0	0	82	1860	20	1800	228
El- GOR	0	0	0	0	0	0	74	1140	70	3200	456
Bouihi	0	0	0	0	0	0	116	6280	199	53600	3410
Sidi Djilali	0	0	0	0	0	0	147	3930	107	12000	1025
Sebdou	0	0	0	0	0	30	616	18730	704	93030	11660
Total	0	0	0	0	0	30	1035	31940	1100	163630	16779

Source : D.S.A. (2016)

En analysant les données mentionnées dans les tableaux ci-dessus, nous constatons la dominance de la céréaliculture dans l'ensemble des communes. La

production par hectare varie d'année en année selon la conjoncture pluviométrique (voire annexe). Vienne en seconde position la production des fourrages artificiels. La production des légumes secs est nulle dans l'ensemble des communes sauf celle de Sebdou. Les cultures maraichères sont peu présentes dans les communes d'El Gor et d'El Bouihi et nulle dans les communes d'El Aricha et de Sidi Djilali. Elles sont localisées surtout dans la commune de Sebdou.

La culture de la vigne, des agrumes et du figuier est totalement absente dans les communes steppiques de la wilaya de Tlemcen. Par contre, la culture d'olivier prend beaucoup d'ampleur ces dernières années suite aux subventions de l'Etat.

4. Rendement de la production agricole par hectare

En utilisant les données précédentes (Tab.9 et Tab.10), nous avons calculé la production agricole en quintal par rapport à l'hectare dans les cinq communes (Tab.11) :

Tableau11: Rendement production agricole / superficie dans les cinq communes de la région steppique de Tlemcen

Communes	Céréales	Oliviers	Fourrages artificiels	Cultures maraichères	Arbres fruitiers divers	Total Qx/Ha
Sidi Djilali	11,723	9,579	36,00	0,00	26,734	84,032
El Bouihi	11,724	17,135	36,00	100,00	54,137	218,996
El-Aricha	11,430	11,400	36,00	0,00	22,682	81,512
EL-Gor	11,321	6,514	36,00	80,00	15,405	149,240
Sebdou	9,181	16,562	36,00	255,43	30,405	347,578

En lisant le tableau ci-dessus, il s'avère que la commune de Sebdou possède le plus grand potentiel productif suivie par les communes d'El Bouihi et d'El Gor. Cela peut être justifié par le climat, notamment les précipitations et des sols plus favorables à l'agriculture dans la commune de Sebdou par rapport aux autres communes.

5. Activité pastorale

Comme c'est déjà cité, la vie de la population de la région steppique est organisée autour des activités agro-pastorales. L'élevage du cheptel principalement ovin, bovin et caprin est une activité dominante et caractéristique de toutes les régions steppiques d'Algérie. C'est un élément indispensable dans le mode de vie traditionnel de la population du plat pays appelé d'ailleurs communément pays du mouton.

5.1. Effectif du cheptel

L'effectif du cheptel ovin, bovin et caprin de la région d'étude pour la campagne 2014/2015 est représenté dans la figure suivante :

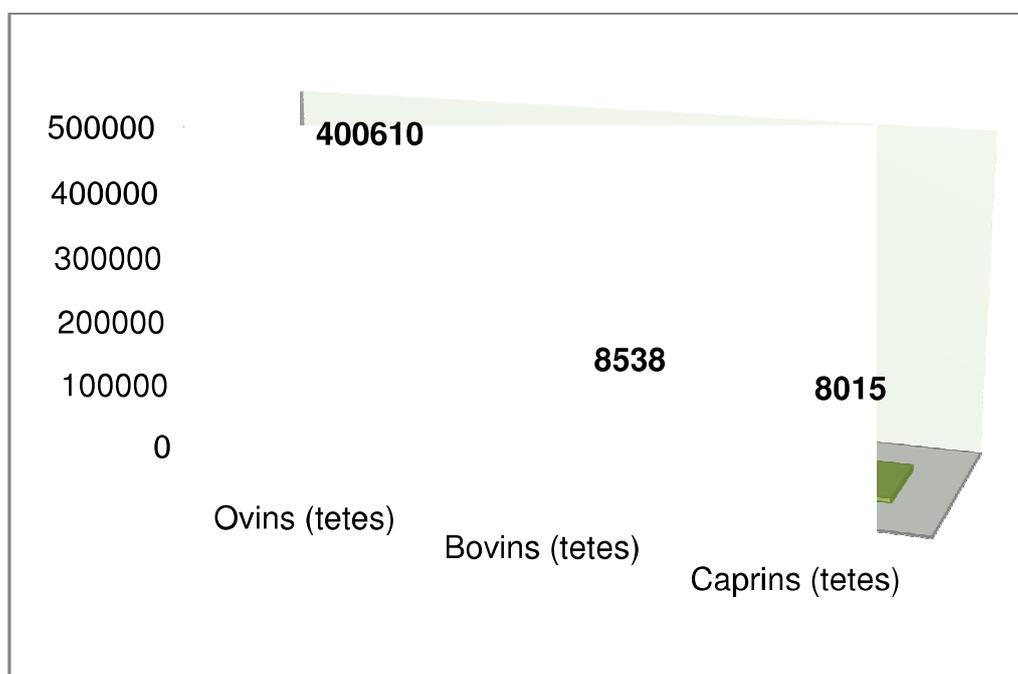


Figure 18 : Effectif du cheptel de la région steppique de Tlemcen

Compagne 2014/ 2015 (DSA, 2016)

On constate que le cheptel ovin est le plus dominant avec 400 610 têtes, représentant plus de 88% de l'effectif total du cheptel de la région étudiée. Vient en seconde position le cheptel bovin avec 8 538 têtes dont 6 202 têtes de vaches laitières et en troisième position le cheptel caprin avec 8 015 têtes.

5.2. Effectif du cheptel par commune

L'effectif du cheptel dans les cinq communes de la région d'étude pour la campagne 2014/2015 est représenté dans la figure suivante :

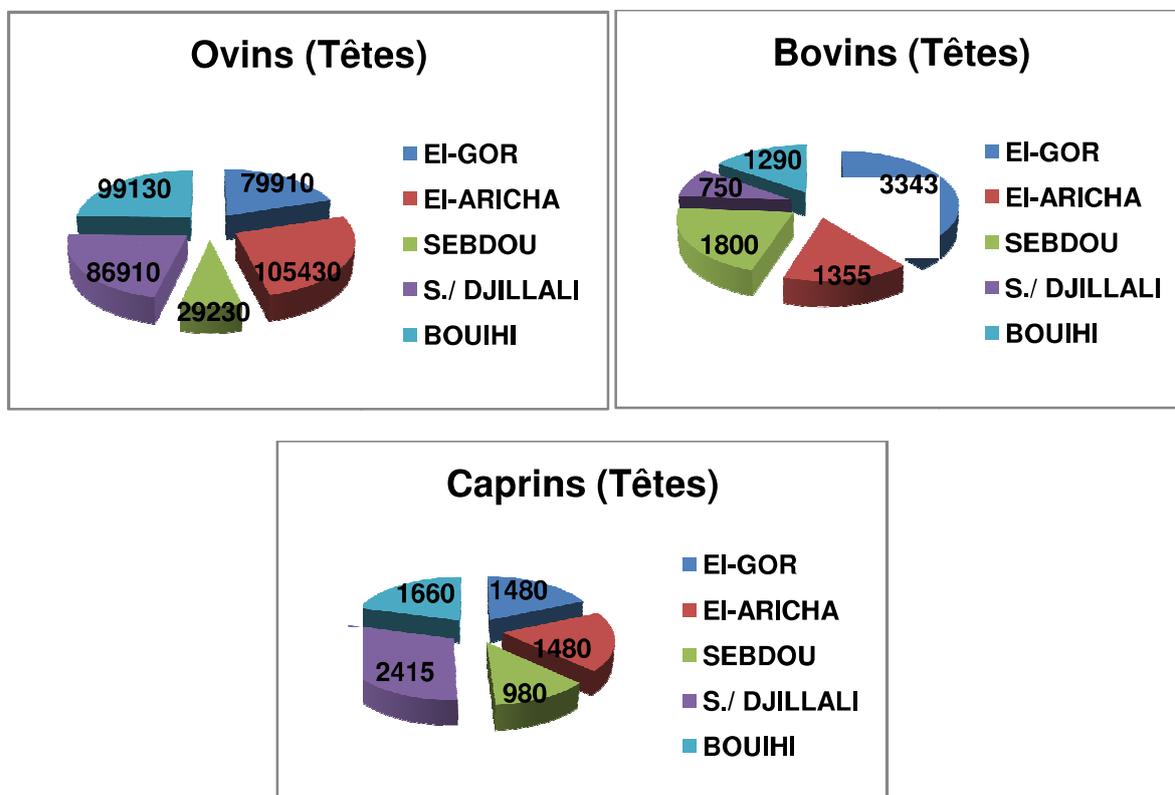


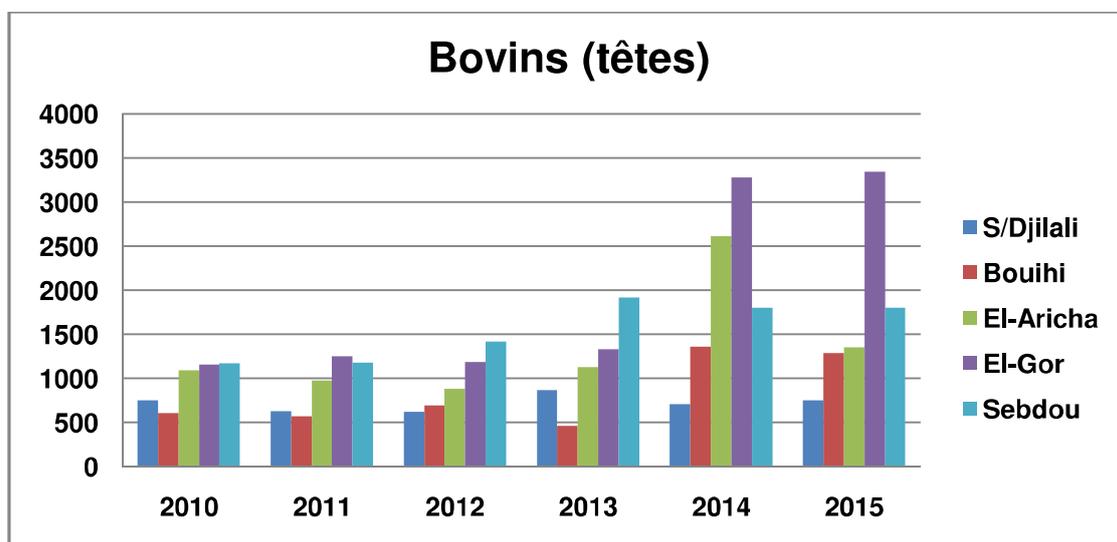
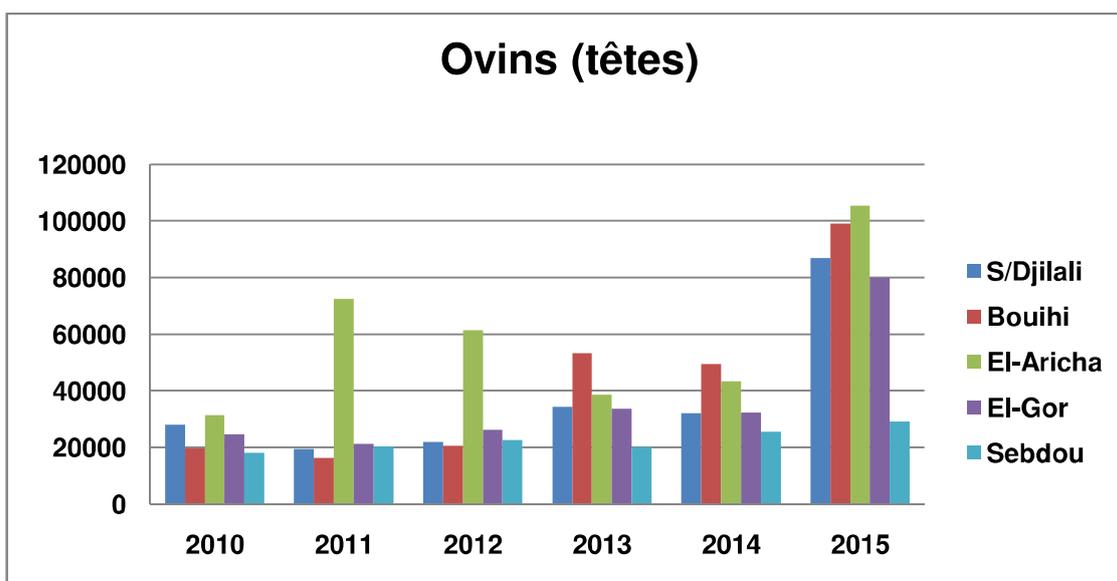
Figure 19 : Effectif du cheptel par commune pour la campagne 2014/2015

On constate que la commune d'El Aricha contient l'effectif le plus important du cheptel ovin et le moins important se trouve dans la commune de Sebdo. Le plus grand effectif du cheptel bovin se trouve dans la commune d'El Gor et le moins important dans la commune de Sidi Djilali. Cette dernière contient, par contre, le plus grand effectif du cheptel caprin. Comme pour les ovins, Sebdo contient l'effectif le moins important du cheptel caprin.

Le développement du cheptel se fait entre Magoura, Sidi Aissa, Mekiadou, El-Gor, Sidi Yahia Bel Hajd, Chebket Ben Dahman et Naouala. Ces zones ont été toujours occupées par des campements de nomades et le déplacement ne se limite qu'à ces zones (CFS, 2014).

5.3. Evolution du cheptel par commune

L'effectif du cheptel n'a pas cessé d'augmenter depuis l'indépendance dans tout le territoire national. C'est le cas aussi pour la région d'étude. La figure suivante illustre l'évolution du cheptel de la campagne [2009/2010] à la campagne [2014/2015] dans les cinq communes :



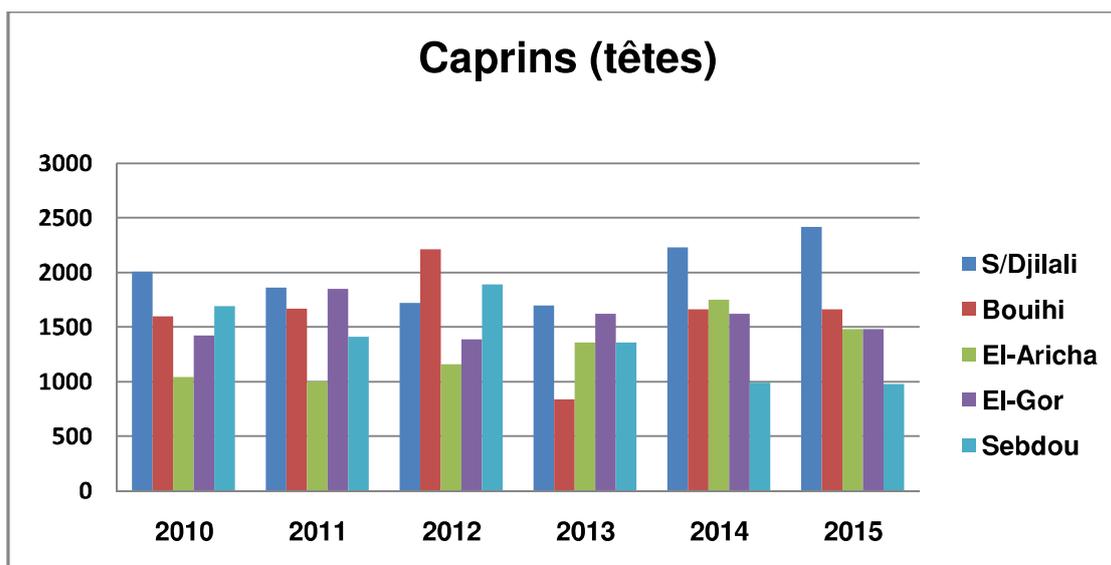


Figure 20 : Evolution de l'effectif du cheptel de la région steppique de Tlemcen entre 2010 et 2015

Une augmentation significative du cheptel ovin en 2015 dans toutes les communes à l'exception de la commune de Sebdu a été constatée. Cette augmentation a touché aussi le cheptel bovin en 2014 et 2015 notamment dans la commune d'El Gor. Par contre, l'effectif du cheptel caprin a resté plus ou moins stable entre 2010 et 2015.

Pour mieux distinguer la vitesse de croissance de l'effectif du cheptel dans la région d'étude, nous avons calculé son augmentation sur une longue période de 28 ans de la campagne [1986/1987] à la campagne [2014/2015] (Tab.12) :

Tableau 12 : Evolution du cheptel par commune de la campagne [1986/1987] à la campagne [2014/2015]

Communes	Compagne 1986/1987			Compagne 2014/2015		
	Ovins	Bovins	Caprins	Ovins	Bovins	Caprins
El Gor	37725	1400	2700	79910	3343	1480
Sidi Djilali	27190	1165	5100	86910	750	2415
El Bouihi	25390	1215	6400	99130	1290	1660
El Aricha	40775	1040	2920	105430	1355	1480
Total	131080	4820	17120	371380	6738	7035

Source : ANAT (1988) et DSA (2016)

Il faut noter que la commune de Sebdoou a été exclue du tableau à cause d'indisponibilité des données pour la campagne 1986/1987.

Une augmentation significative de l'effectif du cheptel ovin dans toutes les communes a été enregistrée. Entre 1987 et 2015, l'effectif a augmenté de 2,83 fois. Pour l'effectif du cheptel bovin, il a augmenté dans toutes les communes sauf dans celle de Sidi Djilali. Cette augmentation a été de 1,4 fois seulement. Contrairement à l'effectif du cheptel caprin qui a enregistré une diminution de 2.43 fois entre 1987 et 2015.

5.4. Charge pastorale et capacité de charge

La croissance rapide du cheptel particulièrement ovin a conduit à une forte dégradation du couvert végétal, où les pâturages ne peuvent plus supporter l'effectif actuel du cheptel. C'est ce qu'on appelle surcharge pastorale. Le Houérou (1985) a affirmé que « la capacité de charge de la steppe algérienne n'est plus que de 1 mouton pour 4 ha ». Ce constat date d'une trentaine d'année, il est plus lourd actuellement.

Pour estimer la charge pastorale actuelle dans la région d'étude (selon les données de la campagne 2014/2015), il faut d'abord convertir tous les types de cheptel en cheptel ovin, appelé « Shepp-équivalent cheptel ». En utilisant les taux de conversion donnée par Labussière et *al.* (2007) in Haddouche (2009) : Ovin x 1, Caprins x 0,74 ; Bovins x 3,62 ; Camelins x 4,66 ; nous avons calculé la charge pastorale (équivalents-ovin/hectare) (Tab.13) :

Tableau 13 : équivalents-ovin et charge pastorale de la région steppique de Tlemcen pour la campagne [2014/2015]

Type du cheptel existant	Ovins	bovins	Caprins	Total
Effectif du cheptel	400 610	8 538	8 015	
Taux de conversion	1	3,62	0,74	
Equivalents-ovin	400 610	30 907,56	5 931,1	437 448,66
Charge pastorale	= 437 448,66 / 174168 = 2,51			

En divisant le nombre des équivalents-ovin par la surface totale agricole de région d'étude, nous obtiendrons une charge pastorale moyenne pour l'ensemble de la région d'environ 2,5 éq.ovin/ha. Selon Bouazza (1991), la charge pastorale a varié de 0,6 à 7 ovins/ha dans la région steppique de Tlemcen selon les secteurs. Selon CFS (2014), cette charge varie de 4 à 6 ovins/ha.

La charge pastorale que nous avons calculée pour la région steppique de la wilaya de Tlemcen est similaire à celle donné par Haddouche (2009) pour la steppe de la wilaya de Nâama (2 à 3 éq.ovin/ha). Sachant que la charge moyenne dans une région appartenant à l'étage semi aride ne peut excéder 1 ovin (mouton) /ha sans risque de perturbations significatives selon Le Houérou (1977) et Haddouche et al. (2008).

Cette méthode de calcul n'est qu'estimative et nous informe sur la charge pastorale moyenne. La détermination de la charge pastorale réelle ne se fait qu'à partir de la définition et la délimitation des unités socio-territoriales (tribus, groupes d'éleveurs, etc.) ainsi que le mode d'usage de l'espace dans chacune. Ces unités sont appelées quartiers toponymiques par les chercheurs en pastoralisme et d'élevage de l'INRA d'Oujda au Maroc. La charge pastorale est ainsi définit par l'effectif du cheptel par quartier toponymique et cela en fonction du :

- Nombre de cheptel en particulier les adultes ;
- Les principales itinéraires de déplacements des troupeaux et ;
- La surface parcourue.

6. Conclusion

L'étude des aspects socioéconomiques a montrée que la région steppique de la wilaya de Tlemcen a connu une croissance continue de la population durant les trois dernières décennies. Avec un nombre total de 73 041 habitants en 2008, représentant 4% de la population totale de la wilaya. Sa densité est faible entre 10 à 12 habitants/km² sauf dans la commune de Sebdou en raison de l'approximité de cette dernière au chef lieu de la wilaya.

La vie de la population est organisée autour des activités agro-pastorales. L'activité agricole est dominée par une céréaliculture de subsistance. Les pratiques pastorales sont basées sur l'élevage du cheptel principalement ovin, généralement extensif. Le taux de chômage moyen est très élevé (46%).

La population est dans sa majorité sédentaire et les agropasteurs, sont devenus des semi nomades qui se déplacent que sur des rayons restreints et la plupart utilisent la tente à temps partiel pour la conduite du troupeau.

Plus de la moitié des terrains sont occupés par des parcours, souvent défrichés et labourés pour des fins agricoles en particulier dans la commune d'El Aricha. La production agricole reste faible à l'exception de la commune de Sebdou.

L'effectif du cheptel n'a pas cessé d'augmenter depuis l'indépendance, notamment des ovins, où l'effectif a triplé au cours des trois dernières décennies. La charge pastorale moyenne actuelle est de 2,5 équivalents ovin/ha. Elle varie selon les secteurs mais la plus importante est observée dans la commune d'El Aricha.

Cette charge pastorale importante a induit à un surpâturage des parcours et a modifié leur composition floristique. Les espèces palatables diminuent au profit des espèces épineuses ou toxiques. Ces dernières sont aussi broutées en période de

disette. Les espèces pérennes disparaissent laissant la place aux espèces annuelles peu protectrices du sol surtout en période à fort risque érosif.

La composition floristique actuelle de la région steppique de la wilaya de Tlemcen ainsi que la quantification de la production de ces principaux parcours en phytomasse seront étudiées dans la partie suivante.

Partie II : Productivité de la région steppique

Chapitre 3 : Formations végétale

La connaissance de la richesse floristique d'une région nous informe sur la santé de ces écosystèmes et reflète directement leur état de dégradation. La dynamique de la végétation est l'indicateur le plus facilement interprétable et le plus sensible aux changements des conditions du milieu (modifications climatiques et pressions anthropozoïques). La région steppique de la wilaya de Tlemcen a fait l'objet de plusieurs études phytoécologiques, phytosociologiques, des relations sol-végétation ainsi que la dynamique des formations végétales à travers des études diachroniques par des chercheurs de l'université de Tlemcen. La synthèse de ces études a permis de dégager les principales formations végétales présentes, leur phytodiversité ainsi que leur répartition à travers les cinq communes et leur état de dégradation.

1. Formations végétales

La région steppique de la wilaya de Tlemcen contient les principales formations végétales suivantes :

1.1 Les formations forestières et pré-forestières

Elles sont composées essentiellement de :

- Forêts claires à *Pinus halepensis* sur les sommets des djebels ;
- Steppe pré-forestières à base de *Pinus halepensis*, *Juniperus oxycedrus*, *Quercus rotundifolia*, *Stipa tenacissima* et *Stipa parviflora* associés à *Chamaerops humilis*, *Pistacia lentiscus* et *Rosmarinus officinalis* sur les piémonts de djebel Mekaidou, djebel Kerrouche, djebel Tenouchfi et djebel Ouargla.

1.2 Les formations steppiques

Elles sont composées essentiellement de :

- Steppe à *Stipa tenacissima* dans les altitudes élevées (occupant les plateaux);
- Steppe à *Artemisia herba alba* dans les basses altitudes (occupant les dépressions) ;
- Steppe à *Lygeum spartum* ;

- Steppe mixtes : durant les bonnes années pluvieuses, l'Alfa peut se trouver en association avec :
 - ✓ Les gaminés : représentés essentiellement par *Lygeum spartum* ;
 - ✓ Les chamaephytes : représentés par *Hammada scoparia* et *Hélianthemum hirtum* ;
 - ✓ Les psammophytes : représentés par *Thymelaea microphylla* et *Noaea micronata* qui se trouvent dans des sols d'épaisseur variable et de texture beaucoup plus sableuse.

Aux espèces pérennes, s'ajoute une végétation annuelle dite printanière (acheb), herbacée. Elle apparaît avec les premières pluies pour quelques semaines (2 mois environ) et occupe en préférence les sols sablonneux ou limoneux humides. Elles s'abritent souvent à l'intérieur des touffes des espèces vivaces (Alfa, Sparte, Armoise, etc.).

Les espèces indicatrices de la dynamique de la végétation sont peu nombreuses mais généralement très informative ; c'est le cas de *Noaea mucronata* qui occupent les zones de contact présahariennes (Bouazza et al., 2015). Bouazza et al. (2004), ajoutent que certaines espèces post-culturelles telles que *Hordeum murinum*, *Muricaria prostrata* et *Brachypodium distachyum* révèlent la progression des défrichements dans les espaces steppiques. Souvent l'hyper dégradation favorise le développement de faciès à *Peganum harmala* et *Atractylis humilis* (Bouazza et al., 2015).

2. Phytodiversité

Selon Bekkouche (2016) la flore inventoriée dans cinq stations réparties dans les cinq communes de la région steppique de la wilaya de Tlemcen compte environ 309 espèces, avec 41 familles et 196 genres. Les familles les plus représentées sont les Astéracées avec 40 genres et 64 espèces, les Fabacées avec 14 genres et 34 espèces, les Poacées avec 24 genres et 31 espèces, les Brassicacées avec 15 genres et 19 espèces, les Lamiacées avec 14 genres et 18 espèces, les Cistacées 3 genres et 9 espèces. Ces familles représentent à elles seules plus de 50% de la flore étudiée et les 35 autres familles sont moins représentées (voire annexe). Cette

dominance et cette répartition de ces familles à travers la région étudiée sont conditionnées par le changement climatique, la position géographique des stations et surtout l'action anthropique qui est permanente.

La répartition des espèces par type biologique constitue un élément de référence intervenant dans la définition des formations végétales. Selon Raunkiaer (1904 et 1907) in Bekkouche (2016), les types biologiques sont considérés comme une expression de la stratégie adaptative de la végétation aux conditions du milieu. Pour lui la classification des espèces selon les types biologiques s'appuie principalement sur l'adaptation de la plante à la saison défavorable et met l'accent sur la position des bourgeons hibernants par rapport à la surface du sol. Il a regroupé ses formes en type biologique dont chacun traduit un équilibre adaptatif avec les conditions du milieu. Les cinq principaux types biologiques définis sont : les Phanérophyte (PH) ; les Chamaéphyte (CH) ; les Hémicryptophytes (HE) ; les Géophytes (GE) et les Thérophytes (TH). La répartition du nombre d'espèces par type biologique dans la région d'étude est donnée dans le tableau suivant :

Tableau 14 : Répartition du nombre d'espèces par type biologique dans la région steppique de Tlemcen

Types biologiques	Sebdou		Sidi Djilali		El Bouihi		El Aricha		El Gor		Toute la région d'étude	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Chamaephytes	20	14,90	24	17,54	19	17,59	24	20,86	18	16,51	56	18,12
Hémicryptophytes	20	14,94	26	18,97	16	14,81	28	24,37	32	29,35	57	18,44
Géophytes	13	9,7	12	8,75	9	8,33	10	8,69	6	5,5	30	9,72
Thérophytes	81	60,46	75	54,74	64	59,27	51	46,08	53	48,64	166	53,72
Total	134	100	137	100	108	100	113	100	109	100	309	100

Source : Bekkouche (2016)

L'absence des Phanérophytes et la dominance des Thérophytes avec un pourcentage élevé dans région d'étude, confirment l'anthropisation intense que subit l'écosystème steppique. Du point de vue dynamique, la thérophytisation déclenchera le stade de la désertisation, un stade ultime et irréversible de dégradation.

Du point de vue morphologique, la flore dans la région steppique de Tlemcen, est marquée par un faible pourcentage des ligneux vivaces (inférieur à 9%) et une dominance des herbacées annuelles par rapport aux herbacées vivaces (Tab.15). Cette dominance confirme aussi la thérophytisation ainsi que la dégradation.

Tableau 15 : Répartition du nombre d'espèces par type morphologique dans la région steppique de Tlemcen

Stations	Sebdou		Sidi Djilali		El Bouihi		El Aricha		El Gor		Toute la région d'étude	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Herbacées annuelles (HA)	86	64,17	83	60,58	65	60,19	56	48,51	54	49,96	175	56,65
Herbacées vivaces (HV)	41	30,59	47	34,3	43	39,81	49	42,8	47	42,57	113	36,56
Ligneux vivaces (LV)	7	5,24	7	5,12	0	0	10	8,69	8	7,47	21	6,79
Total	134	100	137	100	108	100	113	100	109	100	309	100

Source : Bekkouche (2016)

Les travaux de Bekkouche (2016) ont fait l'objet d'une élaboration d'une carte physiologique de la végétation de la région steppique de la wilaya de Tlemcen (Fig. 21). La présente carte permet de suivre la dynamique de la végétation à une échelle spatiotemporelle et de distinguer la biodiversité paysagère de la région.

Une étude diachronique des changements spatiaux dans la région steppique de Tlemcen de Zenouche (2015), corrobore ces résultats. La comparaison entre la carte d'occupation du sol de 1984 et celle de 2011 a mis en évidence la régression de la surface des forêts, des matorrals, des matorrals dégradés et des groupements à Alfa et à Armoise blanche entre 1984 et 2011. Par contre, les surfaces des cultures et des affleurements rocheux ont augmenté d'une manière significative (Tab.16). L'extension des affleurements rocheux dans la région témoigne d'une activité érosive importante.

Tableau 16 : Superficies des classes d'occupation du sol entre 1984 et 2011 dans la région steppique de Tlemcen

Classes d'occupation du sol	Superficies (Ha) Carte de 1984	Superficies (Ha) Carte de 2011
Forêts	2186,55	1487,16
Matorrals	2241,18	1157,76
Matorrals dégradés	14176,80	11016,09
Groupe ment à Alfa et à Armoise blanche	3321,36	1005,57
Cultures	65,43	117,45
Affleurements rocheux	24076,89	42920,82

Source : Zenouche (2015)

3. Conclusion

La région steppique de la wilaya de Tlemcen est caractérisée par trois principales formations végétales : les formations à matorrals, les formations steppiques et les surfaces cultivées particulièrement par la céréaliculture. Les premières subissent une dégradation sévère suite au surpâturage et au défrichement où elles ont perdu beaucoup de terrain au profit des espèces asylvatiques. Les secondes, notamment les steppes à Alfa et à Armoise, elles aussi en régression à cause de la pression anthropozoogène et de la xéricité croissante. Toutes les études diachroniques menées sur ces deux plantes ont prouvé leur régression à travers le temps et l'espace, où elles sont remplacées par des espèces moins palatables toxiques ou

épineuses. L'extension des superficies cultivées au profit des terrains de parcours avec une agriculture anarchique à faible rendement pousse les agropasteurs à les abandonner et deviennent plus sensibles à l'érosion éolienne et hydrique.

Ces pressions, particulièrement de l'homme et son troupeau, sur l'écosystème steppique de Tlemcen le rend écologiquement sinistré. Son aptitude à se cicatrifier (capacité de résilience) devient lente et le maintien de sa productivité biologique demeure aléatoire. Cet aspect sera vérifié car il fera l'objet du chapitre suivant où nous allons quantifier la production de la phytomasse actuelle dans les principaux parcours de cet écosystème.

Partie II : Productivité de la région steppique

Chapitre 4 : Quantification de la phytomasse aérienne

1. Définition et concepts de la phytomasse selon Roselt/OSS [2008]

La Biomasse est la masse de matériel vivant par unité de surface. Elle se subdivise en biomasse végétale ou phytomasse et en biomasse animale ou zoomasse.

La phytomasse aérienne est la quantité (poids) du matériel végétal, vivant ou non, présent au-dessus de la surface du sol, par unité de surface et à un instant donné. Dans un peuplement en état satisfaisant de développement, cette phytomasse constitue la majeure partie de la phytomasse totale.

La phytomasse aérienne sur pied est la quantité de végétation sur pied présente, par unité de surface, à un instant donné. Elle s'exprime très généralement en kilogrammes de matière sèche par hectare (kg/MS/ha).

La phytomasse « verte » sur pied distingue la phytomasse sur pied de la part plus ou moins importante de matériel mort et qui est une partie de la nécromasse sur pied.

La nécromasse comprend l'ensemble du matériel mort, qu'il soit ou non encore rattaché aux parties aériennes, présent par unité de surface et à un instant donné. La nécromasse tombée au sol est dénommée litière.

La phytomasse totale requiert d'ajouter à la phytomasse aérienne, déjà évoquée, la phytomasse souterraine (poids des racines vivantes et mortes par unité de surface) à un moment donné et pour une surface connue.

La phytomasse consommable est la quantité de masse végétale sur pied consommable par les animaux domestiques. Toutes les parties d'une phytomasse sur pied ne sont pas consommables et ce, pour diverses raisons : accès difficile sur les végétaux très épineux, rameaux trop durement lignifiés, partie trop haute de la végétation, etc. Le phénomène est surtout important au niveau des arbres puisqu'il est évident que la majorité des petits ruminants ne consomment que le feuillage situé entre le niveau du sol et sensiblement 1,50 m de hauteur.

2. Protocoles de mesure de la phytomasse aérienne selon

Roselt/OSS [2008]

Il existe plusieurs méthodes pour la quantification de la phytomasse aérienne. Le concept et le protocole de chaque méthode sont largement décrits dans le guide méthodologique pour l'étude et le suivi de la flore et de la végétation de Roselt/OSS (2008). Ce document a été rédigé par Edouard Le Floc'h avec la contribution de plusieurs chercheurs spécialisés de différents pays (Algérie, Maroc, Tunisie, Egypte, France et d'autres pays africains). Les protocoles de mesure peuvent être effectués selon deux principales méthodes :

2.1. Méthode destructive

Où la végétation est coupée au ras du sol sur une surface donnée (aire minimale). Elle est éventuellement triée, afin de séparer le matériel vivant de ce qui est mort. Le tri peut aussi être perfectionné en séparant les espèces ou encore en séparant les rameaux feuillés du bois, etc. Puis elle est pesée sur place pour en connaître le poids frais. On prélève ensuite un échantillon de poids vert connu, qui sera mis à l'étuve à une température de 75 à 80 °C pour dessèchement, durant 48 à 72 heures (jusqu'à poids constant). Le rapport (%) entre poids vert et poids sec de l'échantillon rapporté au labo devient un coefficient qui, appliqué au poids frais de terrain, en convertira les données en poids sec. Il est souhaitable de trier les espèces physiologiquement dominantes et de les peser séparément dès le terrain. Pour la végétation annuelle, les mesures sont effectuées sur des placettes de 1 m² avec un grand nombre de répétitions étant donné le caractère très aléatoire de la distribution des végétaux de cette strate. La suite de la procédure (échantillon, pesée, séchage) est commune aux deux catégories végétales.

2.2. Méthodes mixtes ou indirectes

Ces méthodes sont dites « peu » ou « non destructives ». Parmi un grand nombre de méthodes décrites dans la littérature, une certaine préférence est accordée aux méthodes suivantes :

- Méthode par entraînement d'observateurs : cette méthode a été très employée (Floret et Pontanier, 1982 ; etc.) pour l'étude de la végétation steppique de la Tunisie aride. La méthode pratique d'exécution des mesures

de terrain est inspirée de celle de Pechanec et Pickford (1937). Pour chaque type d'unité, dont il est souhaité de déterminer la phytomasse, environ 30 placettes élémentaires (ayant chacune la superficie de l'aire minimale) sont tirées au hasard. Pour chaque première parcelle d'une série de trois, il est procédé à une estimation visuelle du poids vert de chaque touffe puis à sa pesée après coupe au ras du sol. Les données obtenues (estimation puis poids mesuré) sont toutes enregistrées. Pour les deux parcelles suivantes de chaque série de trois, le poids de chaque touffe est seulement estimé et cette estimation également enregistrée. Pour chaque type de milieu, il est ensuite procédé de la même manière pour les 9 autres séries de trois placettes et les données également enregistrées. Progressivement les observateurs, toujours les mêmes dans la mesure du possible, améliorent leur évaluation visuelle et les résultats sont, de toute manière, corrigés par l'erreur moyenne calculée sur les individus ayant été à la fois estimés et pesés (1 placette sur trois). Les résultats pouvaient ensuite être exprimés en poids sec après passage d'échantillon à l'étuve et calcul de la corrélation entre poids vert et poids sec. La méthode offre l'avantage d'être à la fois économe en temps, d'où la possibilité d'accroître le nombre d'échantillons, et bien moins destructive.

- Méthode par établissement d'équations de régression : dite allométrique (Gounot, 1969 ; Heim, 1977 ; Aidoud, 1983) permet, sur la base de la connaissance des relations qui existent entre la phytomasse et un certain nombre de paramètres facilement quantifiables (recouvrement, densité, phytovolume), d'évaluer la phytomasse avec une certaine fiabilité. Les relations sont exprimées par des équations de régression et des coefficients de corrélations entre les différentes variables utilisées. Des relations fiables ont été trouvées entre les valeurs mesurées de paramètres et la phytomasse sur pied pour des buissons ligneux bas et des touffes de graminées pérennes. De nombreux chercheurs (Floret, 1971 ; Joffre, 1978; Gaddès, 1978 cités par Floret et Pontanier, 1982 ; mais également Daget et Poissonet, 1971 ; CRBT, 1978 ; Aidoud, 1983 ; Nedjraoui, 1990 ; Boughani, 1995, etc.) ont ainsi trouvé des corrélations entre un certain nombre de

paramètres qualitatifs et des paramètres quantitatifs permettant ainsi des appréciations de la phytomasse dans un contexte moins destructif.

- **Méthode radiométrique :** cette méthode non destructive (Grouzis et Methy, 1983 ; Boutton et Fieszen, 1983), utilisée pour l'estimation de la phytomasse, est basée sur la mesure de la réflectance spectrale du couvert dans le rouge (0,600 à 700 nm) et le proche infrarouge (0,750 à 1,00 nm). Les relations qui existent entre ces indices calculés et la phytomasse herbacée sur pied, ou plus exactement encore, l'activité photosynthétique ont été maintes fois démontrées. Le manque d'activité chlorophyllienne, dès que la végétation devient sénescente (ou est en repos), rend alors cette méthode inutilisable. La procédure consiste en la mesure de la réflectance, puis le calcul des indices de végétation (NDVI, TSAVI, etc.). Il est également nécessaire de disposer de mesures de phytomasse (mesures destructives) au sol sur des sites représentatifs de référence (unités étendues et homogènes). Ces données de phytomasse sont ensuite mises en corrélation avec les valeurs des indices mesurées aux mêmes endroits. L'on peut dès lors établir des droites de régression et transformer, en tous points d'une image les valeurs des indices (NDVI, TSAVI, etc.) en phytomasse. Toutefois, selon Haddouche (2009) le NDVI n'est pas corrélé linéairement à la densité de phytomasse. Pour corriger les effets de sols, d'autres indices ont été proposés, notamment celui du PVI.
- **Méthode de l'arbre moyen :** pour les arbres et gros arbustes, il est possible de recourir à la méthode dite de l'arbre moyen' (Ovington, 1956 ; Whittaker et Woodwell, 1971; Duvigneaud, 1974). Il s'agit d'une approche essentiellement pratiquée par les forestiers. Elle est effectivement peu destructive. La méthode consiste à procéder tout d'abord à un inventaire des arbres sur des placettes de 1 ha (100 x 100 m) ou un cercle de 56,4 m de rayon. Pour chaque placette, les individus sont répartis en classes (jusqu'à 10) en fonction de leur hauteur mais éventuellement aussi du diamètre de la couronne, etc. La pesée de la phytomasse est alors effectuée sur l'arbre moyen (caractéristiques moyennes). Généralement, les pesées sont effectuées en distinguant les feuilles, le tronc, et quelques diamètres de

branches. Cette technique forestière dite de 'l'arbre moyen' n'est, de l'avis des personnes qui l'ont utilisée, réellement applicable qu'à l'étude de formations équiennes (plantations dont les individus sont de même âge, etc.). Dans certaines situations (savanes arborées, etc.), il reste possible de combiner une telle méthode, appliquée à la mesure sur les arbres, et la méthode destructive appliquée à la mesure de la végétation basse. La phytomasse du peuplement (ou des arbres du peuplement) est obtenue en multipliant le résultat de 'l'arbre moyen' par le nombre d'arbres du peuplement.

Pour obtenir une bonne corrélation, il convient de respecter certaines conditions :

- les mesures de phytomasse (et des autres paramètres) doivent être réalisées simultanément (respect de la saison et même de la période climatique) et à l'optimum de développement de la végétation (pic de végétation) ;
- les effets de la variation de la pression pastorale, qui doit être estimée avec attention, sont du moins dans un premier temps nettement plus marqués au niveau de la phytomasse que pour les paramètres de dimensions (hauteur, diamètre, etc.).

3. Quantification de la phytomasse aérienne

3.1. Approche méthodologique

Le but du présent travail est l'estimation de la production actuelle des parcours dans la région steppique de la wilaya de Tlemcen à travers la quantification de la phytomasse aérienne totale. Les parcours choisis pour les stations de mesure de la phytomasse sont considérés plus ou moins représentatifs de la variabilité de la végétation dans la région. Le calcul de la phytomasse aérienne a été fait selon la méthode du transect linéaire, classée dans un contexte destructif.

3.1.1. Principe de la méthode du transect

Pour notre échantillonnage nous avons retenu la méthode du transect linéaire appelée : la méthode des points quadrats sur des lignes permanente décrite par

Daget et Poissonet (1964, 1969, 1971, 1991 in Haddouche 2009). La mise en œuvre de cette méthode a été effectuée selon une procédure simplifiée élaborée par Haddouche (2009).

Cette méthode donne des résultats précis mais elle est considérée comme destructive du fait que la végétation est coupée le long du transect (chaque 10 mètre) à ras du sol.

L'espace étudié est alors découpé en plusieurs strates (plus en moins) homogènes, à partir des variables considérées à priori, comme prépondérantes. Selon le concept de Godron (1984), c'est à l'intérieur de chaque strate qu'une ou plusieurs lignes permanente (territoire considéré comme homogène quant au climat, au sol et à la régénération) sont mises en place, en recherchant le maximum d'homogénéité sur l'ensemble de chaque ligne, pour la durée de l'expérimentation.

3.1.2. Méthode d'élaboration du transect

Après avoir choisi les stations d'échantillonnages considérées plus ou moins représentatives de la variabilité de la végétation dans la région d'étude, nous avons réalisé les transects. Le transect se fait sur une longueur de 100 m, 10 placettes de 1 m² réparties de manière systématique. Tous les 10 mètres les placettes sont matérialisées tout au long du transect.

Dans chaque placette, la végétation est coupée à ras du sol, mise en sachet, pesée à l'état frais puis séchée à l'étuve pendant 48h à une température de 60°C puis pesée à nouveau à l'état sec (Fig. 22).

3.2 Protocole expérimental

En parcourant le terrain de la région d'étude, nous avons choisi des stations dans les principaux types de parcours steppiques de la région. Pour effectuer les transects et calculer la phytomasse aérienne. La période de mesure a été effectuée dans les mois de printemps (Mars et Avril), période à optimum de développement de la végétation, des plantes steppiques pérennes et annuelles entre 2013 et 2015.

3.2.1. Matériels utilisés

Le matériel que nous avons utilisé pour l'élaboration du transect est le suivant :

- ✓ Matériel utilisé sur terrain (Photo. 2)
 - GARMIN 72 pour la transformation des données GPS
 - Appareil photo numérique ;
 - Une corde de 100m;
 - Un sécateur ;
 - Des sachets ;
 - Des fiches de description ;
 - Deux piquets.

- ✓ Matériel utilisé au laboratoire (Photo. 3)
 - Etuve pour séchage ;
 - Une balance numérique.

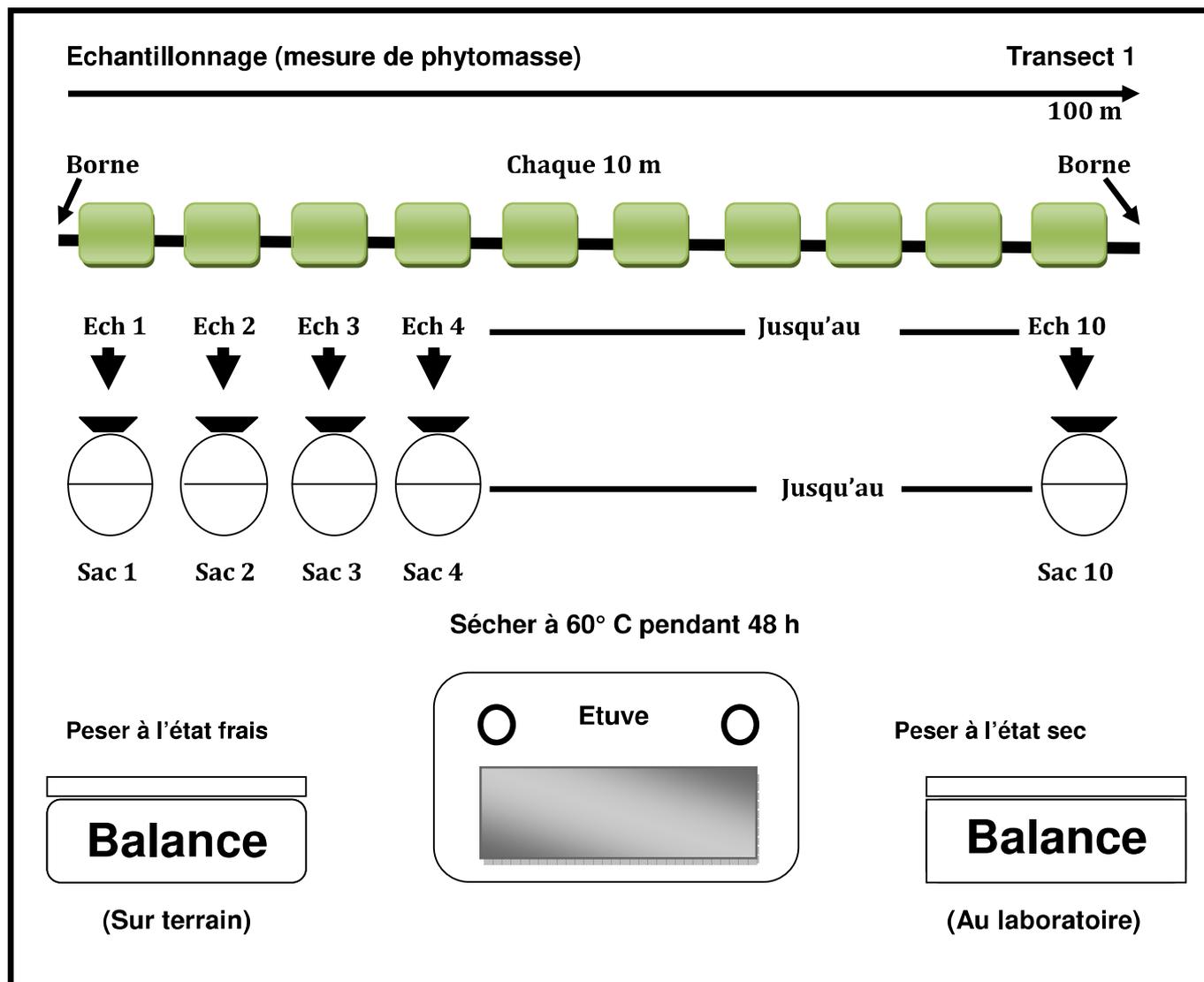


Figure 22 : Protocol de mesure de la phytomasse (Haddouche, 2009)



Photo 2 : Matériel utilisé sur terrain

(Corde de 100m, sécateur, décamètre, sachets, vignettes...)



Photo 3 : Matériel utilisé au laboratoire

(Étuve pour séchage et balance pour mesure)

3.2.2. Stations de mesure de la phytomasse

Les stations de mesure de la phytomasse ont été choisies dans les principaux types de parcours observés dans la région d'étude comme suit :

- ✓ Station d'El Gor : Mars 2013



Photo 4 : Steppe arborée ou pré-forestière mixte à base de Genévrier Oxycèdre, Chêne vert, Alfa et Armoise blanche

- ✓ Stations d'El Aricha : Avril 2013



Photo 5 : Steppe à Armoise blanche



Photo 6 : Steppe post-culturelle à base d'herbacées annuelles

✓ Stations d'El Bouihi : Avril 2014



Photo 7 : Steppe à Alfa



Photo 8 : Steppe arborée

✓ Station de Sidi Djilali : Avril 2015



Photo 9 : Steppe à Alfa

3.3. Résultats et discussion

3.3.1. Résultats

L'élaboration des transects dans les principaux types de parcours de la région d'étude de 2013 à 2015 pendant la saison du printemps (Mars et Avril) a donné les résultats suivants :

✓ Station d'El Gor

Les résultats de la phytomasse obtenus dans la station d'El Gor sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 17 : Calcul de la phytomasse aérienne totale - Station d'El Gor

La commune d'El Gor : Djebel Ouargla le 07/03/2013 X : 34°36'46" N Y : 1°03'38" O Z : 1201 m				
Transect1	Poids à l'état frais (g)	Poids à l'état sec (g)	Différence de poids (g)	Poids (Kg MS/ha/an)
T1P1	390	260	130	2600
T1P2	865	705	160	7050
T1P3	0	0	0	0
T1P4	0	0	0	0
T1P5	1370	1035	335	10350
T1P6	445	330	115	3300
T1P7	0	0	0	0
T1P8	1895	1215	680	12150
T1P9	0	0	0	0
T1P10	0	0	0	0

La phytomasse a varié de 0 à 12 150 kg MS/ha/an dans la station d'El Gor (steppe pré-forestière).

La répartition des valeurs du poids à l'état sec et des valeurs du poids en Kg MS/ha/an de la phytomasse selon les droites linéaires, est représentée dans la figure suivante :

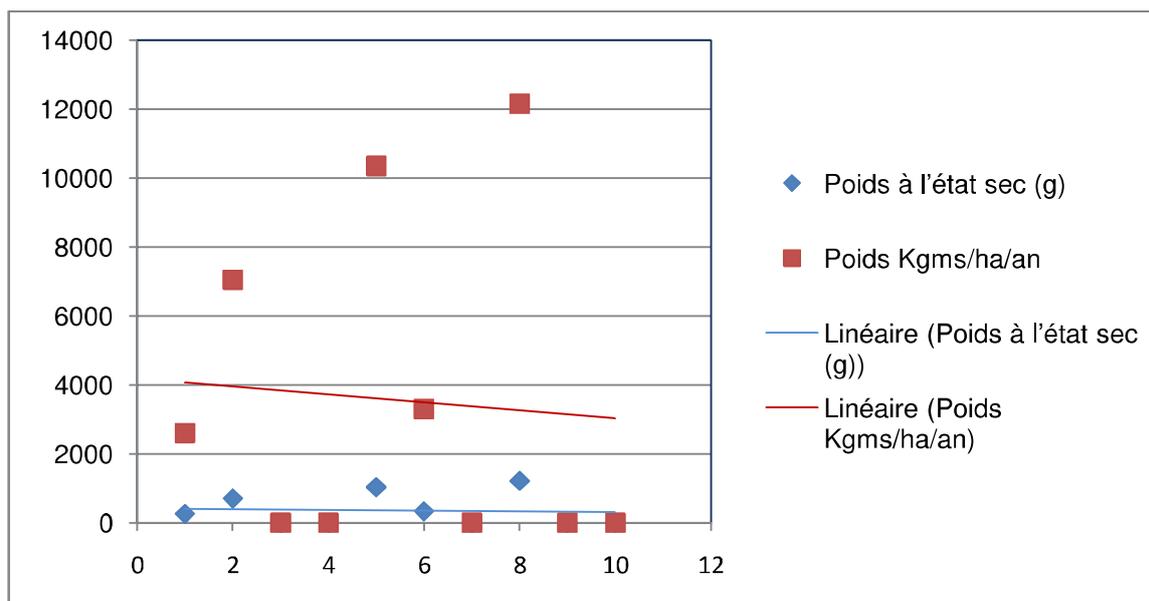


Figure 23 : Répartition de la phytomasse dans la station d'El Gor

La répartition de la phytomasse est très hétérogène au niveau de la station d'El Gor.

✓ Stations d'El Aricha : Avril 2013

Les résultats de la phytomasse obtenus dans la première station d'El Aricha sont représentés dans le tableau 18.

Tableau 18 : Phytomasse aérienne totale dans un parcours à Armoise blanche
Station d'El Aricha - Transect1

Orientation : OUEST-EST				
Transect 1	Poids à l'état frais (g)	Poids à l'état sec (g)	Différence du poids (g)	Poids Kg Ms/ha/an
P01 1°15 '557''W 34°17'787''N Altitude :1239m	181,42	79,22	102,2	792,2
P02	206,19	52,30	153,89	523,0
P03	211,37	62,59	148,78	625,9
P04	26,72	13,63	148,78	136,3
P05	86,61	32,30	54,31	323,0
P06	196,78	52,64	144,14	526,4
P07	211,20	55,26	155,94	552,6
P08	11,10	10,10	1,00	101,0
P09	336,87	97,61	239,26	976,1
P10 1°15'500''W 34°17'787''N Altitude : 1240m	106,16	35,64	70,52	356,4

La phytomasse dans un parcours à Armoise blanche moyennement dégradé dans la station d'El Aricha a varié entre 101 et 976,1 Kg MS/ha/an.

La répartition des valeurs du poids à l'état sec et des valeurs du poids en Kg MS/ha/an de la phytomasse selon les droites linéaires, est représentée dans la figure suivante :

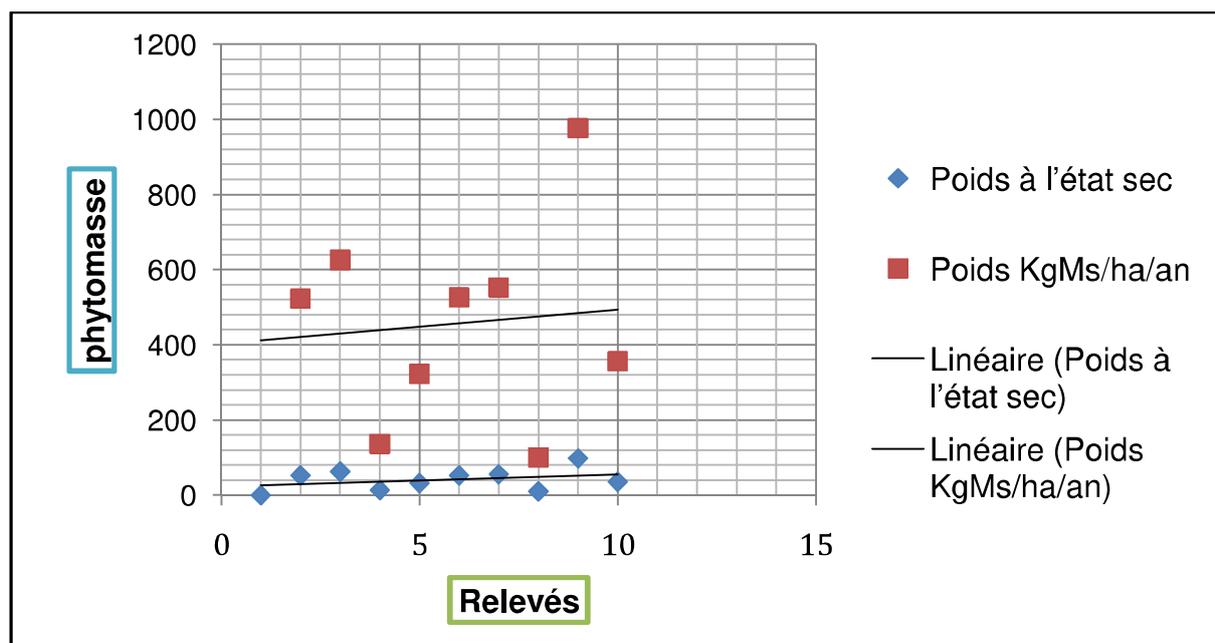


Figure 24 : Répartition de la phytomasse dans la station d'El Aricha (transect1)

La répartition de la phytomasse est hétérogène au niveau de la première station d'El Aricha (transect 1).

La phytomasse calculée pour la deuxième station au niveau de la commune d'El Aricha (parcours à base d'herbacées annuelles) est représentée dans le tableau suivant :

Tableau 19 : Phytomasse aérienne totale dans un parcours à base d'herbacées annuelles. Station d'El Aricha – Transect 2

Orientation : SUD-EST				
Transect 2	Poids à l'état frais (g)	Poids à l'état sec (g)	Différence du poids (g)	Poids Kg MS/ha/an
P01 1°10 '277''W 34°16'055''N Altitude : 1305m	170,78	70,76	100,02	707,6
P02	250,98	77,51	173,47	775,1
P03	110,16	50,10	60,06	501,0
P04	125,16	45,34	79,82	453,4
P05	145,43	60,32	85,11	603,2
P06	125,18	50,15	75,03	501,5
P07	136,56	46,17	90,39	461,7
P08	115,19	55,11	60,08	551,1
P09	110,16	45,48	64,68	454,8
P10 1°10'170''W 34°16'048''N Altitude : 1300m	246,12	17,93	228,19	179,3

La phytomasse a varié entre 179,3 et 775,1 kg MS/ha/an dans ce type de parcours.

La répartition des valeurs du poids à l'état sec et des valeurs du poids en Kg MS/ha/an de la phytomasse selon les droites linéaires, est représentée dans la figure suivante :

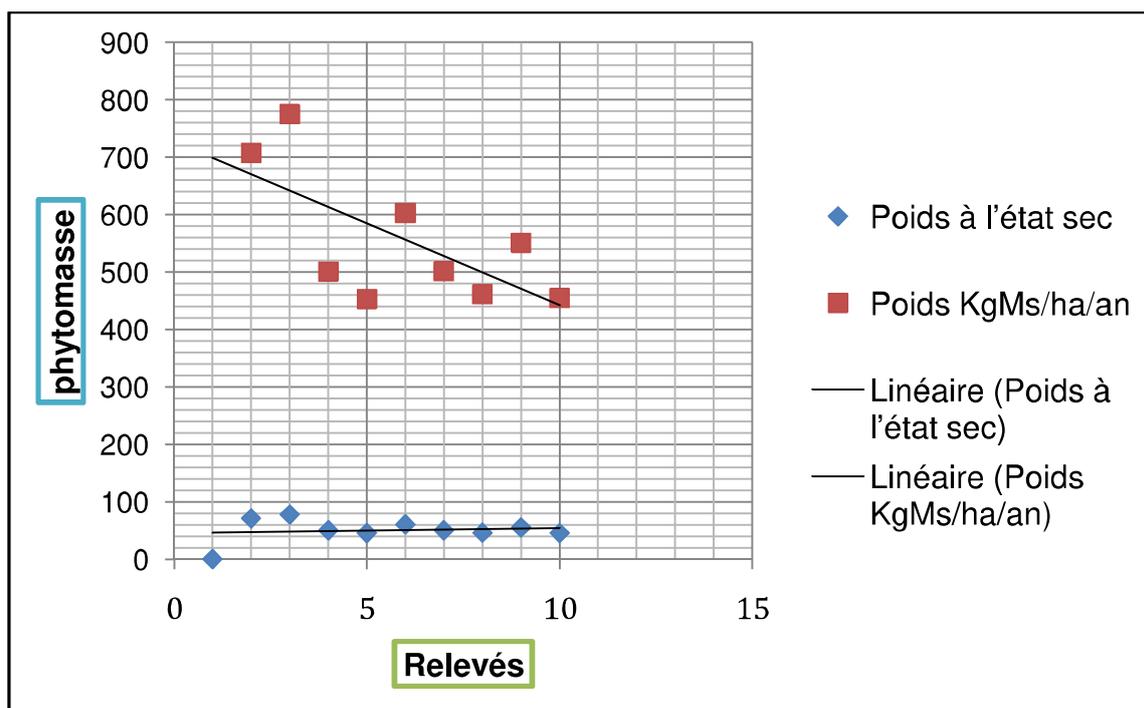


Figure 25 : Répartition de la phytomasse dans la station d'El Aricha - Transect2

La répartition de la phytomasse est plus ou moins homogène au niveau de la deuxième station d'El Aricha (transect 2).

✓ Stations d'El Bouihi : Avril 2014

Deux transects ont été effectués dans la commune d'El Bouihi. Les résultats obtenus figurent dans les tableaux suivants :

Tableau 20 : Phytomasse aérienne totale dans un parcours moyennement dégradé à base d'Alfa – station d'El Bouihi – Transect 1

Sortie : le 20/04/2014				
Pente 0-3%				
Charge pierreuse 20%				
Transect 1 1°38'3''W 34°22'09''N Altitude : 1159m	Poids à l'état frais (g)	Poids à l'état sec (g)	Différence du poids (g)	Poids (KgMs/ha/an)
P01	110	20	90	200
P02	830	150	680	1500
P03	100	35	65	350
P04	340	90	250	900
P05	551	120	431	1200
P06	740	155	585	1550
P07	60	20	40	200
P08	210	80	130	800
P09	180	40	140	400
P10	405	95	310	950

Selon les valeurs citées dans le tableau ci-dessus, la phytomasse a varié entre 200 et 1550 Kg /MS/ha dans ce parcours.

La répartition des valeurs du poids à l'état sec et des valeurs du poids en Kg MS/ha/an de la phytomasse selon les droites linéaires, est représentée dans la figure suivante :

Figure 26 : Répartition de la phytomasse dans la station d'El Bouihi - Transect1

La répartition de la phytomasse est hétérogène au niveau de la station d'El Bouihi (transect 1).

Tableau 21 : Phytomasse aérienne totale – Station d’El Bouihi -Transect2

Sortie : le 20/04/2014 Pente 0-3% Charge pierreuse 2-5%				
Transect 2 1°39'01''W 34°25'09''N Altitude : 1291m	Poids à l'état frais (g)	Poids à l'état sec (g)	Différence du poids (g)	Poids (KgMS/ha/an)
P01	50	35	15	350
P02	61	25	36	250
P03	49	15	34	150
P04	255	165	90	1650
P05	30	15	15	150
P06	400	305	95	3050
P07	10	5	5	50
P08	580	225	355	2250
P09	215	125	90	1250
P10	45	30	15	300

La phytomasse a varié entre de 50 à 3050 Kg /MS/Ha dans ce type de parcours.

La répartition des valeurs du poids à l'état sec et des valeurs du poids en Kg MS/ha/an de la phytomasse selon les droites linéaires, est représentée dans la figure suivante :

Figure 27 : Répartition de la phytomasse dans la station d'E Bouihi – Transect 2

La répartition de la phytomasse est très hétérogène au niveau de la station d'El Bouihi (transect 2).

✓ Station de Sidi Djilali :

Un transect a été effectué dans un parcours moyennement dégradé à base d'Alfa et les résultats obtenus de la phytomasse calculée sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 22 : Phytomasse aérienne totale dans un parcours moyennement dégradé à base d'Alfa – Station de Sidi Djilali

Sortie : Le 12/04/2015 La commune de Sidi Djilali « Sidi Mokhfi » Pente 0-3%				
Transect 1 1°24'11''W 34°29'25''N Altitude : 1200 m	Poids à l'état frais (g)	Poids à l'état sec (g)	Différence du poids (g)	Poids (KgMS/ha/an)
P01	275	105,97	169,03	1059,7
P02	175	69,41	105,59	694,1
P03	505	168,75	336,25	1687,5
P04	255	95,06	159,94	950,6
P05	95	30,60	64,4	306,0
P06	595	308,83	286,17	3088,3
P07	155	55,86	99,14	558,6
P08	125	49,24	75,76	492,4
P09	225	77,32	147,68	773,2
P10	175	61,30	113,7	613,0

La phytomasse a variée entre 306 et 3088,3 kg MS/ha/an dans ce type de parcours.

La répartition des valeurs du poids à l'état sec et des valeurs du poids en Kg MS/ha/an de la phytomasse selon les droites linéaires, est représentée dans la figure suivante :

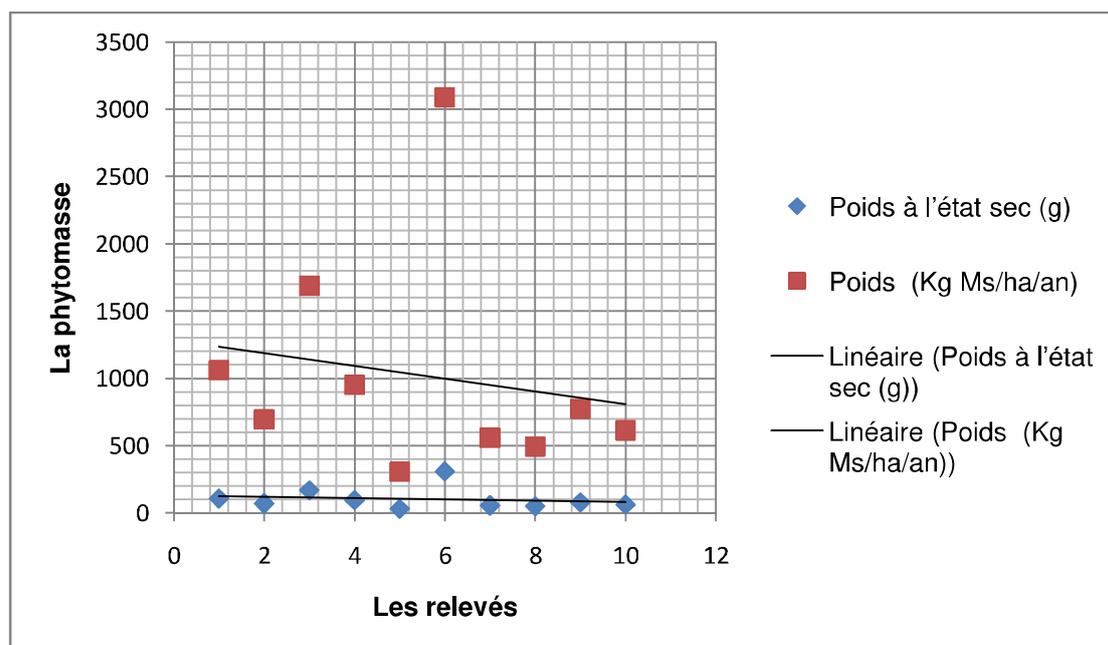


Figure 28 : Répartition de la phytomasse dans la station de Sidi Djilali

La répartition de la phytomasse à la station de Sidi Djilali est aussi hétérogène comme la plupart des autres stations étudiées.

3.3.2. Discussion

Les résultats obtenus à travers la quantification de la phytomasse aérienne dans les principaux parcours de la région steppique de la wilaya de Tlemcen demeurent les premiers en matière de l'estimation de la production totale d'un parcours. Des études antérieures faites dans la région n'ont calculé que la phytomasse des espèces pérennes et pastorales comme l'Alfa, l'Armoise et l'Atriplex. A titre d'exemple la phytomasse d'Alfa calculé par Bouazza (1991), était de 100 à 700 kg MS/ha/an dans une station protégée à Sidi Djilali et de 40 à 450 kg MS/ha/an dans une station non protégée et elle a varié de 100 à 750 kg MS/ha/an dans une station protégée dans Djebel MeKaidou (commune d'El Aricha) et de 50 à 398 kg MS/ha/an dans une station non protégée dans la même zone.

Dans la région steppique occidentale Bouchtata et Bouchtata (2005), ont évalué la phytomasse des principales espèces comme suit :

- *Stipa tenacissima* : 471 à 1254 kg MS/ha ;
- *Lygeum spartum* : 288 à 1972 kg MS/ha ;
- *Atractylis seratuloïdes* : 144 à 164 kg MS/ha ;
- *Thymelea microphylla* : 86 à 280 kg MS/ha ;
- *Noaea micronata* : 96 à 124 kg MS/ha ;
- *Salsola vermiculata* : 109 à 195 kg MS/ha.

En effet les résultats de la phytomasse aérienne totale obtenus, ne peuvent être comparés à ceux des années antérieures mais peuvent être comme référence pour des études postérieures.

Ces résultats restent qu'indicatifs car peu représentatifs de la variabilité de la végétation dans la région d'étude. Cette dernière est très étendue et subissent des pressions naturelles et anthropozoïques diverses d'une zone à l'autre.

Le nombre des stations étudiées a été très réduit cela peut être justifié par les raisons suivantes :

- Immensité de la région d'étude : plus de 300 000 ha ;
- Période d'étude courte : période de pic de la végétation seulement ;
- Un travail fastidieux et un temps long sur terrain dans l'élaboration d'un seul transect ;
- La méthode adoptée pour l'étude est destructive inappropriée aux terrains en dégradation.

Le recours à d'autres méthodes peu ou non destructives, plus rapides et moins coûteuses est conseillé pour multiplier le nombre des stations d'échantillonnage. Comme exemple il y a lieu de citer la méthode utilisée par les chercheurs de l'INRA d'Oujda au Maroc oriental, qualifiée comme non destructive et très rapide. La phytomasse des ligneux est estimée à partir de la méthode de l'Unité de Référence (UR), décrite par Kirmse et Norton (1985) et Brien et Norton (1996). L'UR correspond à une plante (ou branche) dont le feuillage est typique par rapport aux plantes à échantillonner. Dans les quadrats des transects, une UR par espèce est choisie puis sa phytomasse est déterminée. Ensuite, on compte le nombre de fois (NUR) où l'UR

se reproduit dans les plantes à l'intérieur de chaque quadrat. L'UR est desséchée dans l'étuve (préciser la température et la durée) puis pesée (PUR) pour la détermination de la matière sèche (MS). La production moyenne (PM en g) est calculée en multipliant le nombre de fois où l'UR s'est reproduite par son poids en MS. Cette production est relative à un quadrat de 4m^2 ($2 \times 2 \text{ m}$). Elle est rapportée finalement au kg MS/ha comme suit : **PM (gramme MS par 4 m^2) = NUR × PUR (gramme MS par 4 m^2)**. La phytomasse des herbacés est déterminée à partir de la méthode du double échantillonnage. Elle consiste à estimer la phytomasse dans un quadrat choisi au hasard, de $1 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ pour la végétation clairsemée et de $20 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$ pour la végétation dense, puis couper et peser dans l'état frais et l'état sec. La phytomasse des restes des quadrats n'est qu'estimer. La phytomasse en matière sèche dans chaque quadrat est ensuite rapportée en kg MS/ ha.

Les résultats de la phytomasse calculés dans les stations étudiées montrent une très grande hétérogénéité de la quantité de la phytomasse mesurée dans l'ensemble des parcours choisis pour échantillonnage.

Elle a varié de 0 à 12150 Kg Ms/ha/an dans la station d'El Gor (steppe arborée), ces valeurs représentent le minimum et le maximum de la phytomasse enregistrée pour l'ensemble des stations. La valeur minimale « 0 » signifie un surpâturage intense et la valeur maximale « 12150 » peut être justifiée par la phytomasse non consommable par les animaux domestiques.

Dans la station d'El Aricha, elle a varié de 101 à 976 kg MS/ha/an dans un parcours à base d'Armoise blanche et de 179 à 775 kg Ms/ha/an dans un parcours à base d'herbacées annuelles. A El Bouihi, elle a varié de 200 à 1500 dans un parcours moyennement dégradé à base d'Alfa et de 50 à 3050 kg MS/ha/an dans une steppe arborée et en fin à Sidi Djilali, elle a varié de 306 à 3088 kg MS/ha/an dans un parcours moyennement dégradé à base d'Alfa. Cette variabilité confirme le processus de la dégradation dans la région et cela est dû à un ensemble de facteurs anthropozoïques et climatiques :

- La croissance démographique, la sédentarisation de plus en plus importantes et l'intervention anarchique de l'homme ont eu comme conséquences l'augmentation de la pression sur les ressources naturelles. Cette pression continue dans le temps et dans l'espace est à l'origine du déséquilibre écologique de la région étudiée ;
- La croissance du cheptel ovin dans la région a aussi sa part de responsabilité dans la dégradation des parcours. La surcharge pastorale a induit à une baisse du couvert végétal et particulièrement celui des pérennes. Cette catégorie est considérée comme l'élément structurant de l'écosystème dont sa régression indique que l'optimum de pâturage est largement dépassé et constitue l'un des indicateurs de désertification dans cette région ;
- Dans le souci de combler le déficit alimentaire du cheptel, causé par la sécheresse, les éleveurs et/ou agro-éleveurs, ont défrichés les parcours au profit d'une céréaliculture extensive au lieu d'intensifier les cultures fourragères ;
- Le labour anarchique ainsi que le type de matériel agricole utilisé sur ces terres, ne fait qu'augmenter le risque de dégradation par le processus de l'érosion hydrique ou éolienne ;
- Un climat à tendance aride et de plus en plus sec, sur des parcours fragilisés par les pressions anthropozoïques, se traduit par la régression parfois irréversible du couvert végétal. Les précipitations par exemple ont enregistré une diminution lors de la période de mesure de la phytomasse entre 2013 et 2015. Le cumul pluviométrique annuel était respectivement de 209,6 mm en 2013, 190,1 mm en 2014 et seulement 119 mm en 2015 à la station d'El Aricha. L'augmentation de la température favorise aussi l'évaporation, un autre facteur de dégradation des sols, qui les rend parfois stériles ;
- La régression du couvert végétal, qui a touché particulièrement les espèces pérennes productives au profit des espèces annuelles à faible phytomasse, se manifeste par la diminution du taux de recouvrement du sol dans le temps et dans l'espace. Cela se traduit par une vulnérabilité plus importante aux vents et aux pluies agressives.
- Mêmes les terrains mis en défens par le HCDS, pour permettre la remonté biologique notamment des espèces pérennes, n'ont pas échappé des manières effarantes de l'homme. Nous avons observé des campements de

nomades à l'intérieur des parcours, à base d'Armoise, mis en défens dans la commune d'El Aricha (prés de Sidi Yehia Belhadj). L'effectif observé des troupeaux qui pâturés est énorme (environ 400 têtes d'ovins et caprins).

La dégradation du couvert végétal dans la région steppique de la wilaya de Tlemcen a-t-il rendu les sols plus sensibles à l'érosion hydrique ? La réponse à cette question est dans la partie suivante.

Partie III : Analyse comparative de la dégradation des sols du Nord au Sud

Chapitre 5 : Analyse spatiale de l'érosion hydrique dans la région Steppique

Introduction

La région steppique de la wilaya de Tlemcen, est actuellement sensible à la désertification^{*}. Cette sensibilité est due à l'interaction de plusieurs facteurs naturels (sécheresse, érosions éolienne et hydrique) et anthropozoïques (surpâturage, défrichement et des changements dans le mode de vie traditionnel et les pratiques de la population steppique) (Zékri et *al.*, 2014).

L'érosion hydrique, processus naturel inévitable exacerbé par les activités humaines, est l'un des facteurs favorisant la désertification qui s'exprime par une détérioration de la couverture végétale, des sols et des ressources en eau. Dans ce cadre nous avons jugé utile d'étudier la sensibilité de la région steppique de la wilaya de Tlemcen à l'érosion hydrique à travers une analyse spatiale basée sur l'utilisation de l'outil de la télédétection et des systèmes d'information géographique (SIG).

De nombreux modèles empiriques (quantitatif et qualitatif) ont été conçus pour évaluer le risque d'érosion hydrique. L'un des plus utilisés est l'équation universelle des pertes en sol (USLE) de Wischmeier et Smith (1960 et 1978) qui regroupe les facteurs actifs (intensité des précipitations, énergie cinétique, érosivité) et les facteurs passifs (érodibilité du sol, couverture végétale, valeur de pente, etc.) de l'érosion hydrique. Ce modèle qui permet de quantifier l'érosion, a été développé et modifié par la suite par d'autres scientifiques en améliorant les méthodes de calcul notamment du facteur d'érosivité des pluies (Zékri, 2003).

La difficulté parfois même l'impossibilité d'avoir les données sur l'intensité des pluies dans notre pays, paramètre essentiel dans le calcul du facteur d'érosivité des pluies appelé aussi indice d'agressivité climatique « R », ne permet pas d'utiliser un modèle quantitatif de type USLE. Le recours à un modèle qualitatif en introduisant les autres facteurs qui influencent l'érosion (facteurs passifs) dans un SIG est plus utile. Le résultat de cette approche qualitative, est une carte de sensibilité à l'érosion hydrique

^{*} Selon la carte nationale de sensibilité à la désertification établie par le Centre des Techniques Spatiales en collaboration avec la Direction Générale des Forêts, 2010 (extrait de la wilaya de Tlemcen). <http://www.asal.dz/desertification.php>.

dont les unités spatiales sont réparties en plusieurs classes, du plus faible au plus fort.

1. Approche méthodologique

La méthodologie suivie pour établir une carte de sensibilité à l'érosion hydrique de la région steppique de Tlemcen, a été basée sur une approche cartographique qualitative élaborée à partir d'un projet de coopération, réalisé par le centre d'activité régionale pour le programme d'actions prioritaires du plan d'actions pour la Méditerranée (PAP-PAM) et la direction générale de la conservation de la nature de Madrid (DGCOM) avec l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) en 1998.

Une série de cartes a été ainsi réalisée pour aboutir à une carte synthétique du risque érosif. Ce document permettra une analyse spatiale du phénomène de l'érosion hydrique à travers la reconnaissance des zones plus vulnérables. Il constituera aussi un outil d'aide à la décision en permettant la localisation des sites prioritaires d'intervention par les actions de conservation de l'eau et du sol.

La démarche méthodologique adoptée est basée sur 3 phases :

- **Phase prédictive** : consistant à identifier, évaluer et intégrer tous les paramètres fondamentaux, tels la physiographie (pentes), la lithologie et/ou les sols, et le couvert végétal, dans le but de déterminer des hypothèses préliminaires concernant le risque d'érosion (érodibilité – érosion potentielle). Elle aboutit à la cartographie des unités homogènes des états érosifs, fournissant le canevas pour la cartographie du potentiel et des tendances générales d'érosion ;
- **Phase descriptive** : consistant à décrire et à faire une évaluation qualitative des processus actuels et actifs de l'érosion sur un lieu donné, ainsi que les différents degrés d'exposition à l'érosion et les tendances évolutives (milieux stables, non affectés par l'érosion et milieux instables affectés par l'érosion). Elle se réalise à travers l'observation directe et le contrôle sur terrain, en utilisant la carte prédictive des états érosifs comme canevas cartographique et thématique de référence ;

- **Phase d'intégration** dont le résultat principal est la carte finale d'érosion hydrique consolidée, obtenue par la superposition et l'intégration des informations qualitatives issues des phases prédictive et descriptive.

1.1. Justification du choix adopté

Le choix de l'approche méthodologique qualitative était fonction des critères suivants :

- La non disponibilité des données pluviométriques pour l'ensemble de la région étudiée, notamment les intensités de pluies, paramètre essentiel dans le calcul de l'indice d'érosivité des pluies « R » et l'aptitude globale à l'érosion. Cette région est connue par la dominance des orages à forte intensité mais le nombre réduit des stations de mesure de pluies existantes ne permet pas d'évaluer ce paramètre avec précision. Cette information nécessite pour la mesurer un fonctionnement quasi-continu d'un pluviographe (sans lacunes) sur plusieurs années de mesure (20 ans au minimum selon Wischemeier) (Zékri, 2003) ;
- D'autre part il a été prouvé à travers certaines études que l'érosivité des pluies ne détermine pas l'importance de l'érosion et du ruissellement en région méditerranéenne mais c'est plutôt la fragilité des terrains qui en est la cause (couvert végétal dégradé, pentes fortes, substrats fragiles, mauvaises techniques culturales, urbanisation, etc.). Selon Roose et *al.* (1997), il y a une situation paradoxale, d'une part les climats méditerranéens sont réputés agressifs, les paysages sont ravinés et les inondations catastrophiques sont nombreuses, mais d'autre part les auteurs s'accordent pour constater de modestes indices d'agressivité des pluies en comparaison avec les pluies des régions tropicales humides. Selon Roose et *al.* (2010), l'indice « R_{am} » est inférieur à 20 en milieu aride (où les $P_{am} \leq 200$ mm) et il est inférieur à 120 en milieu méditerranéen montagnard humide (où $P_{am} \leq 1200$ mm) alors qu'il atteint 500 à 1400 unités dans les régions subéquatoriales selon Roose (1981) ;
- Les méthodes quantitatives nécessitent des mesures sur sites, avec des moyens énormes (installation de parcelles expérimentales, pluviomètre et

pluviographe, réservoirs artificiels, gardiennage, etc.) et des gens spécialisés dans le domaine de l'érosion. Elles se font souvent par des instituts de recherches (IRD, INRF, etc.) ;

- La cartographie qualitative du risque érosif donne des résultats satisfaisants dans un temps réduit et elle est applicable pour des vastes territoires vue la simplicité et la rapidité de son exécution ;
- Les auteurs de la démarche cartographique utilisée confirment son adaptation pour toutes les régions méditerranéennes ;
- La disponibilité des outils et des documents cartographiques nécessaires.

1.2. Outils du travail

La réalisation de la présente étude a été basée sur l'utilisation des outils suivants : les SIG (Arc GIS 10 et Mapinfo11), l'image LANDSAT 8 du 20 Novembre 2014 (mois connu par une forte activité érosive) avec une résolution au sol de 30 m x 30 m et le MNT de la région étudiée.

1.3. Elaboration des cartes

La carte de sensibilité à l'érosion hydrique a été établie à partir de la superposition de carte d'érodibilité et la carte de la protection du sol. La carte d'érodibilité a été issue de la superposition de la carte des pentes (dérivée du MNT) (cf. chap.1) et de la carte du litho-faciès (cf. chap.1). La carte de la protection du sol a été établie à partir de la superposition de la carte d'occupation du sol et la carte du couvert végétal. Les étapes suivies pour l'élaboration de l'ensemble des cartes sont présentées dans la figure 29 :

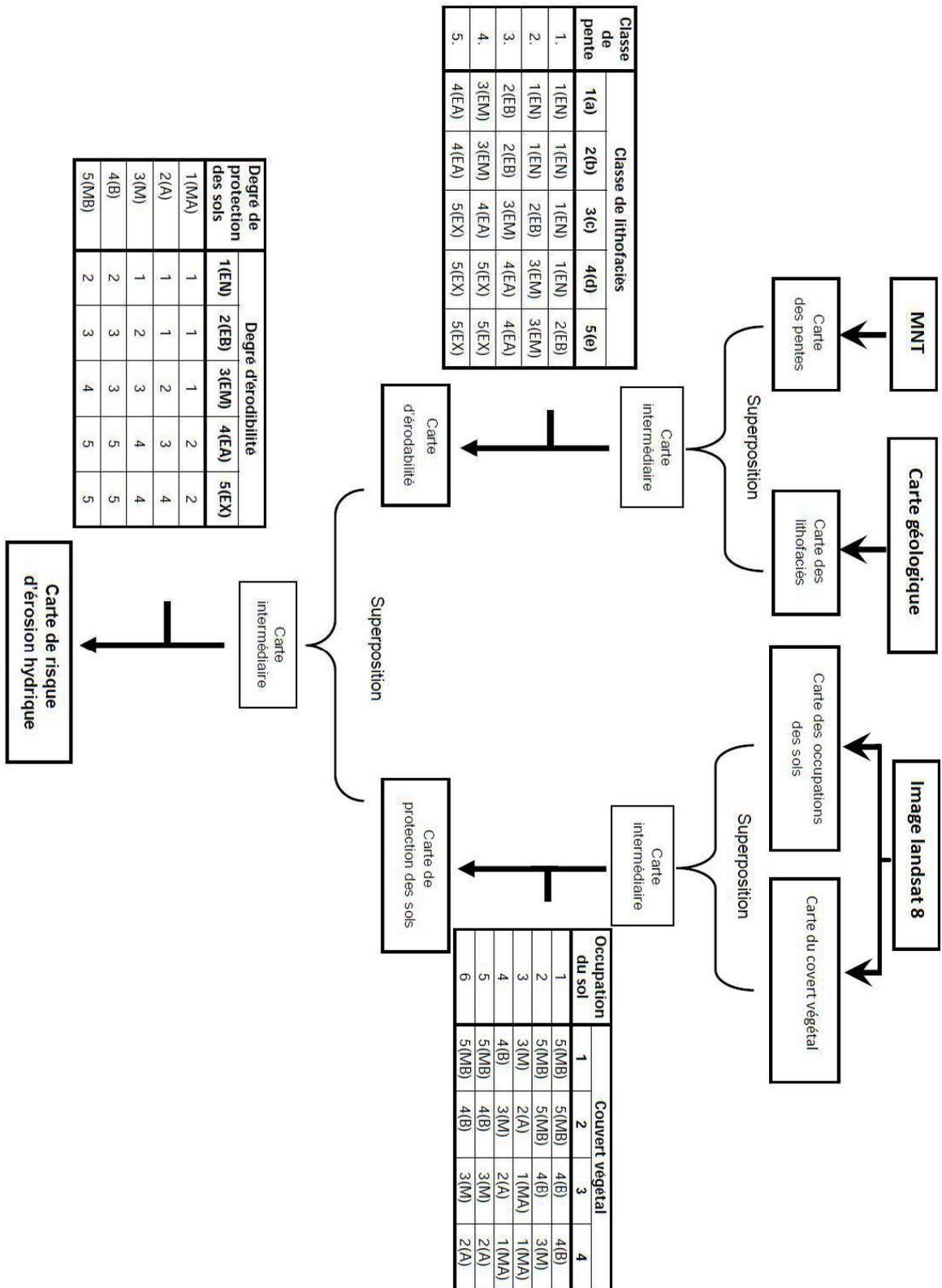


Figure 29 : Séquence opérationnelle des travaux de cartographie de l'érosion

2. Résultats

2.1. Carte d'érodibilité

L'érodibilité c'est l'aptitude globale d'un sol à être éroder. La carte d'érodibilité a été issue de la superposition de la carte des pentes et du lithofaciès.

La pente est l'un des facteurs favorables de l'érosion hydrique (plus le degré et la longueur de la pente augmentent plus le risque érosif augmente, sauf si les sols sont bien couverts par la végétation). La région d'étude est formée essentiellement de plaines à pentes faibles (0 à 3% représentant 61,6% de la surface), de terrains à pentes faibles à assez modérées (3 à 6% représentant 17,09 % de la surface), de glacis, petites collines et d'agglomérations rocheuses à pentes modérées (6 à 12% représentant 10,21 % de la surface) et de terrains accidentés à pentes fortes (12 à plus de 25% représentant 11% de la surface) (Tab 23).

Tableau 23 : Gradients de pente, leurs classes et leurs surfaces dans la région steppique de Tlemcen

Gradients de pente	Classes de pente	Surfaces (ha)	Pourcentages (%)
0-3%	1	201 215,00	61,60
3-6%	2	55 833,19	17,06
6-12%	3	33 352,10	10,20
12-25%	4	28 215,50	8,64
Plus de 25%	5	8 040,00	2,46

Source : Tounkob (2016)

La lithologie (les divers types de roches et leurs structures) donne une indication précieuse sur la capacité d'infiltration des zones occupées par les roches et par les sols et en conséquence sur la quantité de sol susceptible d'être érodée (Demmak, 1982). La région d'étude est occupée en grande partie par les croutes calcaires (54.67%) et les calcaires et les dolomies dures (33.77%). Les autres formations lithologiques sont peu présentes (Tab 24).

Tableau 24 : Unités lithologiques, leurs classes et leurs surfaces dans la région steppique de Tlemcen

Unités lithologiques	Classes de lithofaciès	Surfaces (ha)	Pourcentages (%)
Calcaires et dolomies dures	1	110 322,00	33,77
Croutes calcaires	2	178 578,00	57,67
Argiles	3	1 087,47	0,33
Calcaires friables	3	652,93	0,20
Alluvions et sable	4	31 276,69	9,57
Marnes	5	4 758,41	1,46

Source : Tounkob (2016)

La carte d'érodibilité (Fig. 30) a été élaborée par la superposition de la carte des pentes et la carte lithologique selon la matrice suivante (Tab. 25) :

Tableau 25 : Matrice Pente – lithofaciès et classes d'érodibilité

Classes de pentes	Classes de lithofaciès					Degrés d'érodibilité
	1(a)	2(b)	3(c)	4(d)	5(e)	
1	1(EN)	1(EN)	1(EN)	1(EN)	2(EB)	1(EN) faible
2	1(EN)	1(EN)	2(EB)	3(EM)	3(EM)	2(EB) modérée
3	2(EB)	2(EB)	3(EM)	4(EA)	4(EA)	3(EM) moyenne
4	3(EM)	3(EM)	4(EA)	5(EX)	5(EX)	4(EA) forte
5	4(EA)	4(EA)	5(EX)	5(EX)	5(EX)	5(EX) extrême

Source : PAP/CAR (1998)

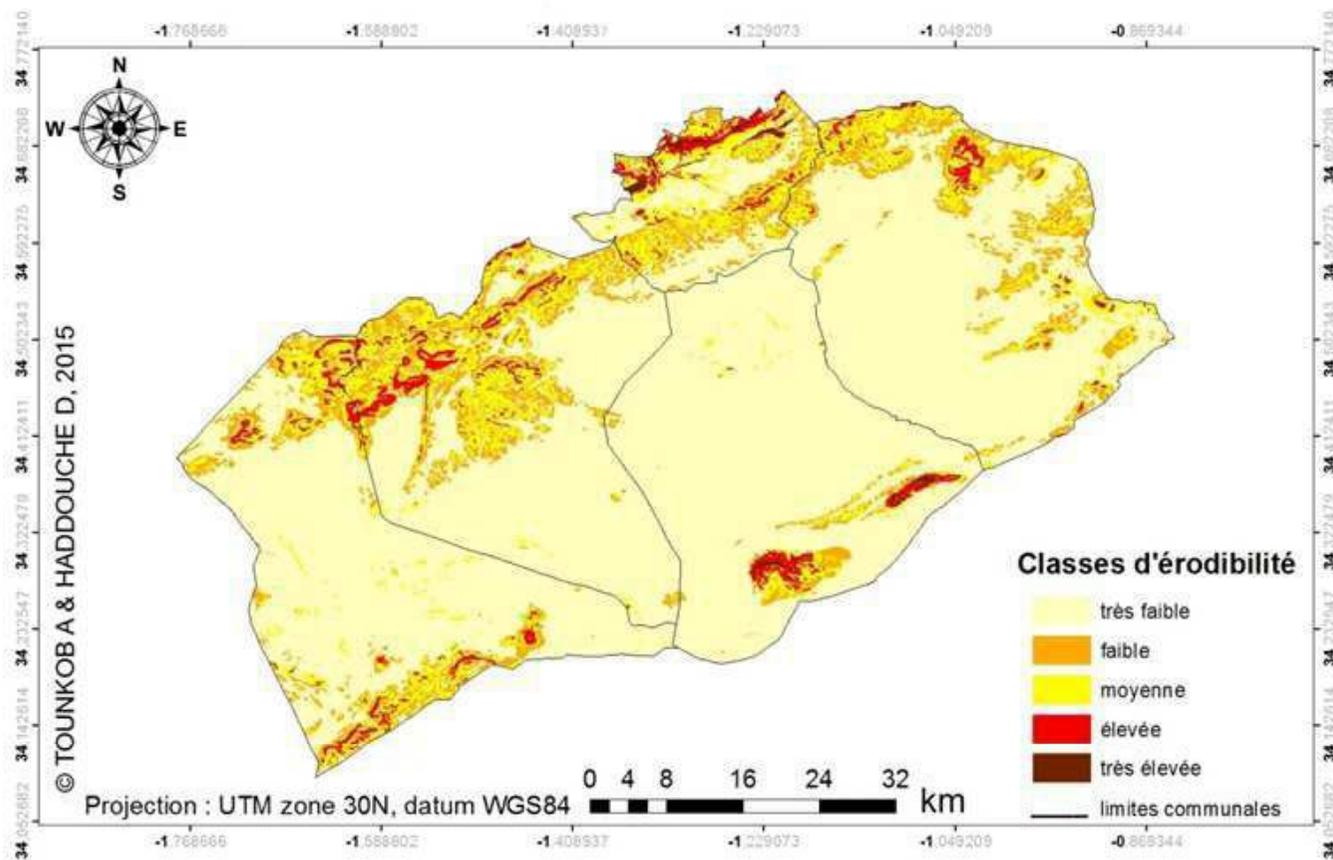


Figure 30 : Carte d'érodibilité de la région steppique de Tlemcen (Toukoba, 2016)

Dans la région d'étude l'érodibilité est faible dans la majorité des terrains (Tab.26).

Tableau 26 : Degrés d'érodibilité et leurs surfaces dans la région steppique de Tlemcen

Degrés d'érodibilité	Surface (ha)	Pourcentage
Très faible	248 021,84	75,98
Faible	31 950,03	9,79
Moyenne	34 323,25	10,52
Elevée	10 919,35	3,34
Très élevée	1 196,28	0,37

Source : Tounkob (2016)

2.2. Carte de protection du sol

La carte de protection du sol a été élaborée à partir de la superposition de la carte d'occupation du sol et la carte du couvert végétal. La carte d'occupation du sol a été établie à partir de l'image satellitaire de Landsat 8 du 20 Novembre 2014, téléchargée gratuitement, enrichie et vérifiée par les données recueillies auprès de la conservation des forêts de la wilaya de Tlemcen et des observations sur terrain. Sept types ont été ainsi identifiés : forêts, maquis, parcours, cultures, sols nus, zones urbaines et plans d'eau. Les zones à vulnérabilité très faible à l'érosion représentent 16,93% (forêts, urbain et eau), les zones à vulnérabilité faible représentent 5,45% (maquis), les zones à vulnérabilité moyenne représentent 2,91%, (cultures), les zones à vulnérabilité forte représentent 55,91% (parcours) et les zones à vulnérabilité très forte représentent 18,8% (sols nus) (Fig. 31 et Tab. 27)

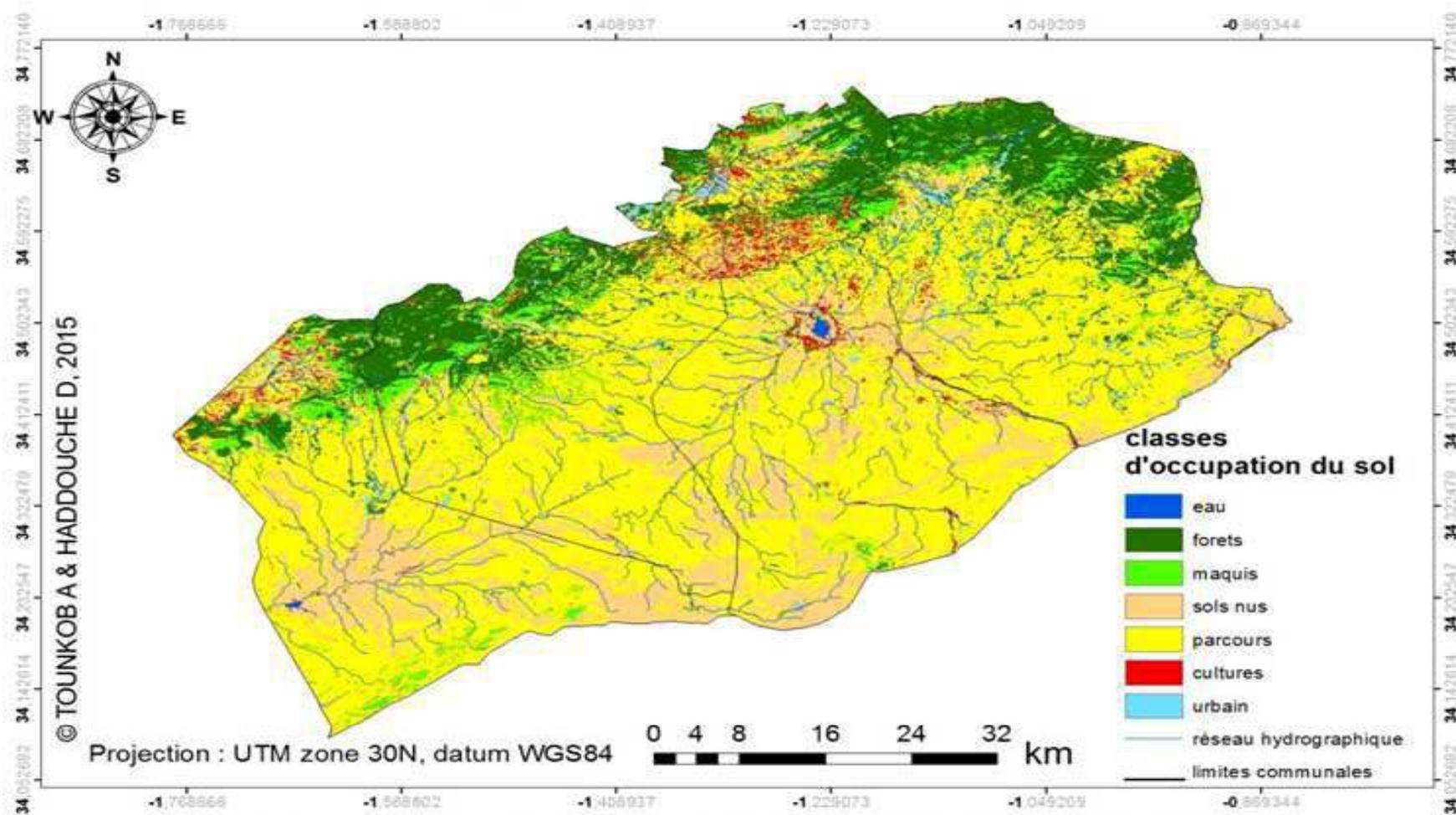


Figure 31 : Carte d'occupation du sol de la région steppique de Tlemcen (Toukob, 2016)

Tableau 27 : Types d'occupation du sol, leurs classes et leurs surfaces dans la région steppique de Tlemcen

Types d'occupation du sol	Classes d'occupation du sol	Surfaces (ha)	Pourcentage (%)
Eau	1	228,31	0,07
Forêts	1	46 061,16	15,00
Urbain	1	6 085,74	1,86
Maquis	2	17 818,04	5,45
Cultures	3	9 577,74	2,91
Parcours	4	182 744,59	55,91
Sols nus	5	61 402,20	18,80

Source : Tounkob, 2016

La carte du degré du couvert végétal a été établie par l'NDVI. C'est l'indice le plus utilisé pour détecter les phases de développement de la plante verte à partir des données multi spectrales de télédétection. Son utilisation est approuvée dans l'étude et la cartographie de la végétation. La région étudiée contient quatre classes du degré du couvert végétal : les zones à recouvrement très faible (< 25%) représentent 65,4% de la surface, les zones à recouvrement faibles (25-50%) représentent 33,47%, les zones à recouvrement moyen (50-75%) représentent que 1,12% et les zones à recouvrement dense (> 75%) représentent seulement 0,01% (Fig. 32 et Tab. 28).

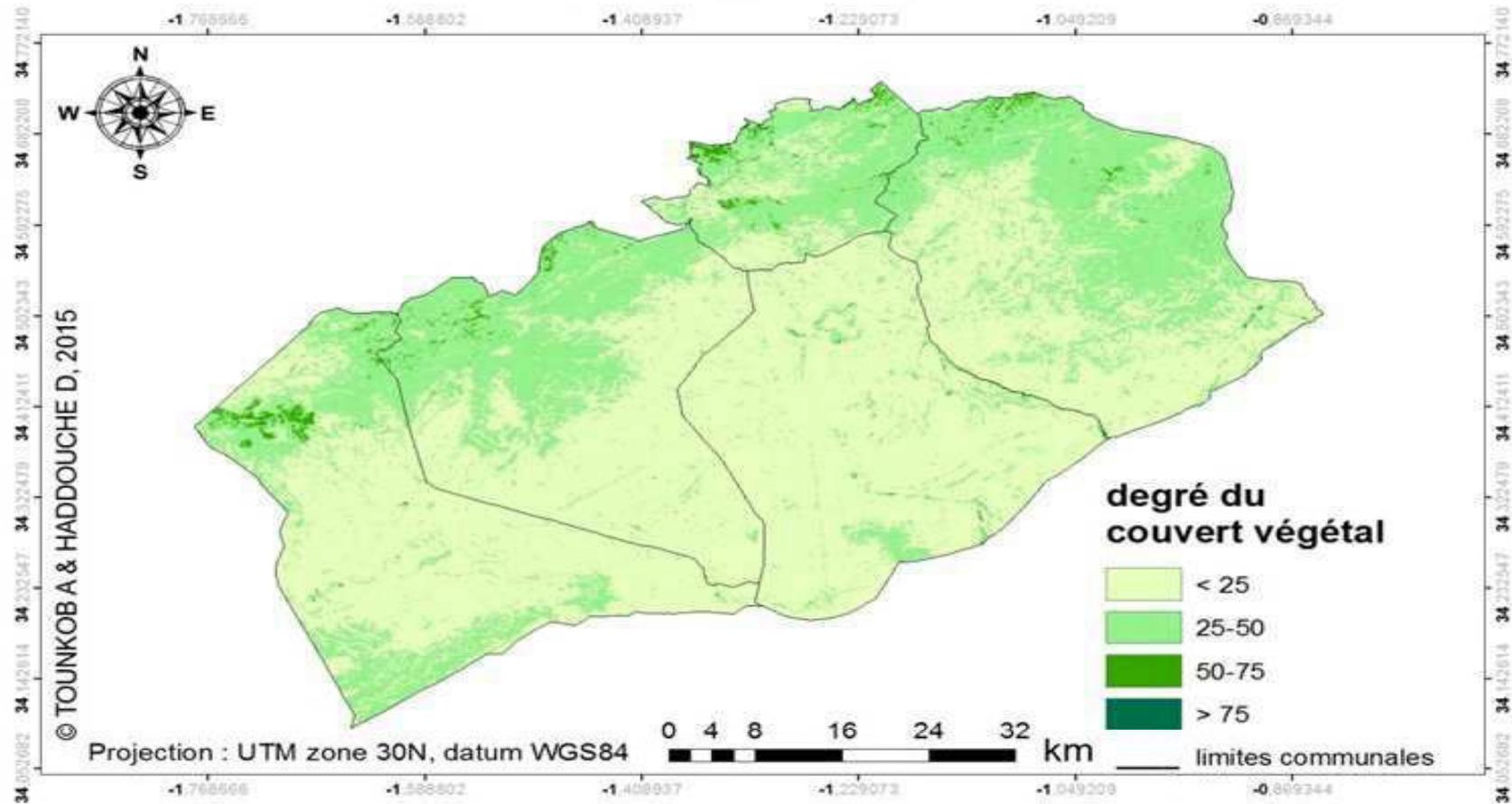


Figure 32 : Carte du degré du couvert végétal de la région steppique de Tlemcen (Toukob, 2016)

Tableau 28 : Degrés du couvert végétal, leurs classes et leurs surfaces dans la région steppique de Tlemcen

Indice NDVI	Degré du couvert végétal	Classes du couvert végétal	Surface (ha)	Pourcentage (%)
<0,1	<25%	1	213 638,58	65,40
0,1-0,2	25-50%	2	109 338,46	33,47
0,2-0,4	50-75%	3	3 673,68	1,12
>0,4	>75%	4	44,29	0,01

Source : PAP/CAR (1998) et Tounkob (2016)

La carte de protection des sols (Fig.33) a été élaborée par la superposition de la carte de l'occupation du sol et la carte du degré du couvert végétal selon la matrice suivante (Tab. 29) :

Tableau 29 : Matrice occupation du sol - couvert végétal et degré de protection du sol

Classes d'occupation du sol	Classes du couvert végétal				Degré de protection du sol
	1	2	3	4	
1	5(MB)	5(MB)	4(B)	4(B)	1(MA) très élevé
2	5(MB)	5(MB)	4(B)	3(M)	2(A) élevé
3	3(M)	2(A)	1(MA)	1(MA)	3(M) moyen
4	4(B)	3(M)	2(A)	1(MA)	4(B) faible
5	5(MB)	4(B)	3(M)	2(A)	5(MB) très faible

Source : PAP/CAR (1998)

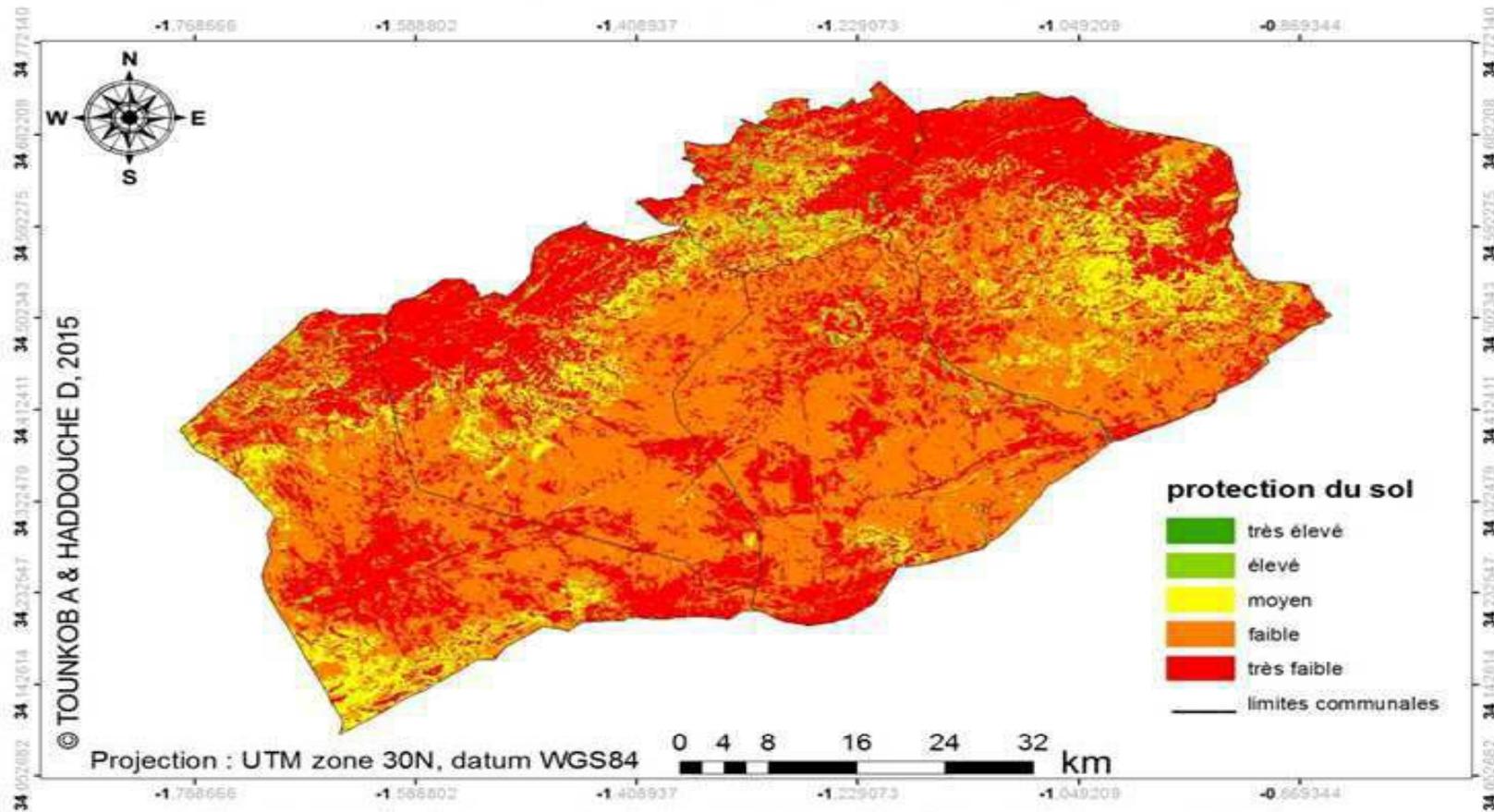


Figure 33 Carte de protection des sols de la région steppique de Tlemcen (Toukoub, 2016)

La majorité des terrains (84,34%) dans la région d'étude sont peu protégés et donc sensibles à tous types de dégradation (Tab.30).

Tableau 30 : Degrés de protection du sol et leurs surfaces dans la région steppique de Tlemcen

Degrés de protection du sol	Surfaces (ha)	Pourcentages (%)
Très faible	126 149,71	38,62
Faible	149 326,02	45,72
Moyenne	44 623,28	13,66
Elevée	5 984,82	1,83
Très élevée	546,56	0,17

Source : Tounkob, 2016

2.3. Carte de sensibilité à l'érosion hydrique

Le produit final de cette étude est la carte de sensibilité à l'érosion hydrique de la région étudiée (Fig. 34). Elle a été issue de la superposition de la carte d'érodibilité et la carte de protection des sols, selon la matrice suivante (Tab. 31) :

Tableau 31 : Matrice degré d'érodibilité – degré de protection des sols et degrés des états érosifs

Degré de protection des sols	Degré d'érodibilité					Degrés des états érosifs
	1(EN)	2(EB)	3(EM)	4(EA)	5(EX)	
1(MA)	1	1	1	2	2	1 Très faible
2(A)	1	1	2	3	4	2 Faible
3(M)	1	2	3	4	4	3 Moyenne
4(B)	2	3	3	5	5	4 Elevée
5(MB)	2	3	4	5	5	5 Très élevé

Source : PAP/CAR (1998)

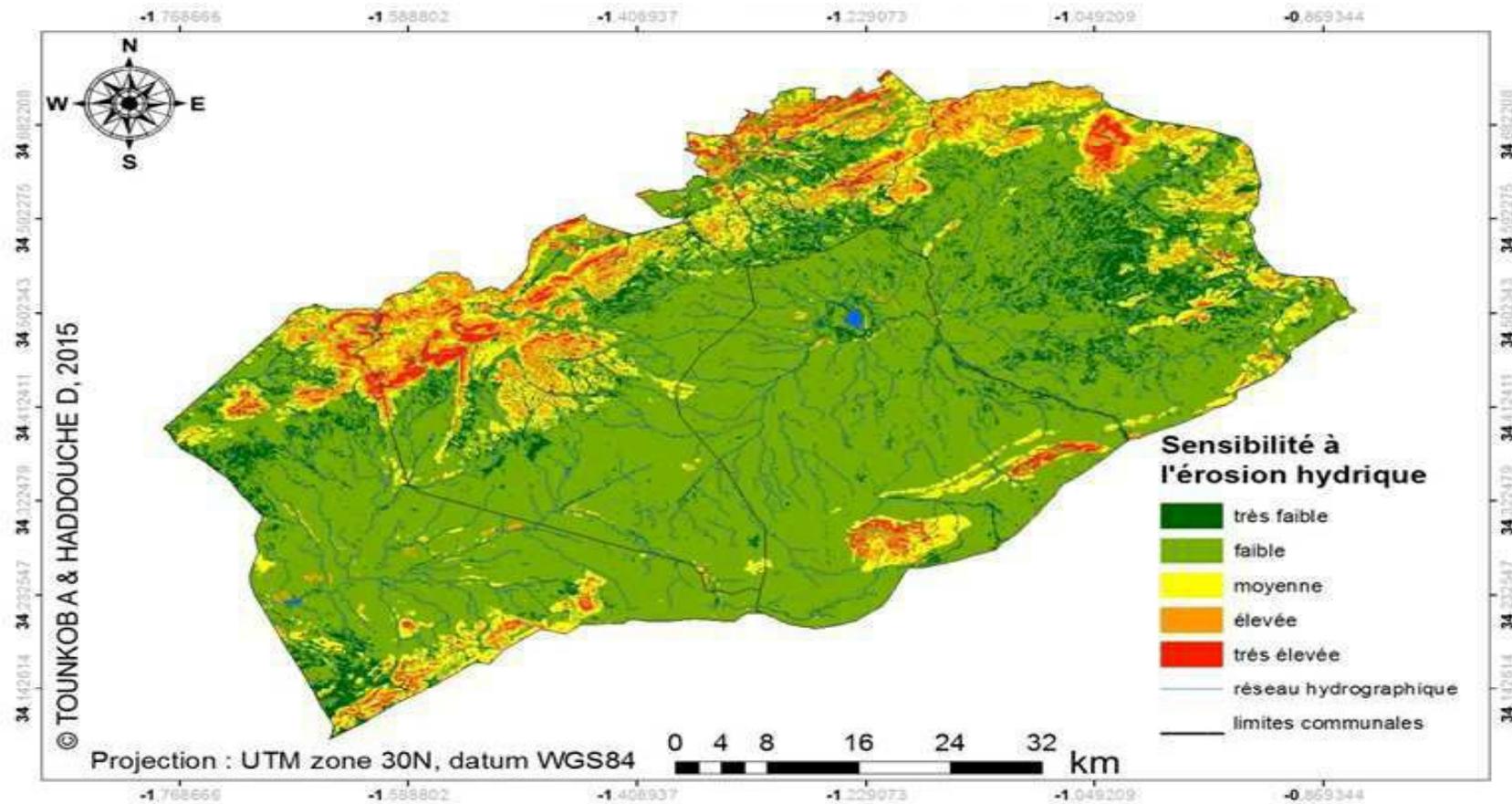


Figure 34 : Carte de sensibilité à l'érosion hydrique de la région steppique de Tlemcen (Touklob, 2016)

La carte du risque à l'érosion hydrique de la région étudiée a fait ressortir cinq classes de sensibilité : les zones à sensibilité très faible représentent 10,64% de la surface, les zones à sensibilité faible représentent 68,75%, les zones à sensibilité moyenne représentent 11,07% et les zones à sensibilité forte et très forte représentent respectivement 6,79% et 2,75% (Tab. 32).

Tableau 32 : Classes de sensibilité à l'érosion hydrique et leurs surfaces dans la région steppique de Tlemcen

Sensibilité à l'érosion hydrique	Surfaces (ha)	Pourcentage (%)
Très faible	34720,54	10,64
Faible	224366,11	68,75
Moyenne	36124,10	11,07
Elevée	22169,04	6,79
Très élevée	8974,41	2,75

Source : Tounkob (2016)

Les résultats obtenus ont été validés suite à des prospections du terrain, sur une vingtaine de sites représentatifs des différentes situations. L'érosion en nappe est la plus dominante dans la région étudiée. Par contre l'érosion linéaire se trouve localisée dans les zones montagneuses (Photo 10). Cela semble être dû essentiellement à la présence de substrats résistants aux cisaillements et de faibles pentes dans la majorité des terrains.



Photo 10 : Erosion hydrique linéaire

Prés d'El wali Sidi Yahia Belhadj (commune d'El Aricha, Mars 2017)

3. Discussion et conclusion

L'analyse spatiale de la sensibilité à l'érosion hydrique dans la région steppique de la wilaya de Tlemcen a permis de distinguer cinq classes de vulnérabilité multifactorielle (une sensibilité très faible, faible, moyenne, élevée et très élevée).

Les zones à sensibilité très faibles et faibles couvrent, de façon cumulée 79,39 % de la surface. Ce sont des zones à pentes faibles à modérées (0 à 6 %) occupées par des plaines, des glacis et de petites collines ne favorisant pas de forts ruissellements. Elles sont caractérisées aussi par des formations lithologiques résistantes à l'érosion hydrique (crautes calcaires et calcaire et dolomies dures) en particulier à l'érosion Splash (effet de battance des pluies). En même temps ces sols sont occupés par des parcours dégradés et des cultures avec un recouvrement souvent inférieur à 25% ce qui les rend vulnérables aux autres types de dégradation

par le vent ou l'évaporation, notamment avec l'accroissement de l'aridité du climat et de l'impact défavorable des activités humaines.

Les zones à sensibilité très forte et forte couvrent, de façon cumulée, seulement 9,54% de la surface. Elles sont formées par les zones montagneuses où les facteurs qui interviennent dans l'érosion hydrique sont favorables en particulier la pente et le type d'occupation du sol (couvert végétal dégradé ou des sols totalement nus).

La dominance des terrains peu sensibles à l'érosion hydrique dans la région étudiée n'exclue pas sa sensibilité à la désertification et à la désertisation. L'érosion hydrique est présente mais avec une dominance de l'érosion en nappe par rapport à l'érosion linéaire ou en masse. Les dégâts de la première sont perceptibles après un certain nombre d'années, car le taux de perte en sols est légèrement supérieur à celui de sa formation et ceux des deux autres se constatent parfois en une seule journée lors des crues violentes suite à des transports solides importants.

Un terrain peu couvert par la végétation ne peut être que sensible à la dégradation avec ces différents types, même si les autres facteurs du milieu comme la pente et lithologie sont défavorables. Le couvert végétal a beaucoup régressé ces dernières décennies dans la région étudiée, cela a été confirmé à travers une série d'études sur l'évolution diachronique des formations végétales, citons comme exemples les travaux de : Bouazza (1995), Benabdaji (1995), Bouazza et *al.* (2004) et Zenouche (2015). Sa dégradation est à l'origine de plusieurs facteurs : la sécheresse prolongée, le surpâturage, le défrichement des nappes d'Alfa et d'Armoise et la mise en culture puis l'abandon des terrains.

La mise en culture d'un sol le rend sensible à l'érosion car la probabilité s'accroît d'avoir un sol nu lors des fortes précipitations : cela dépend de la nature de la plante cultivée et des techniques culturales. Sous verger l'érosion est intense comme sur un sol nu (Roose et *al.*, 1993). Ces deux types d'occupation du sol (cultures et vergers) prennent beaucoup d'ampleur ces dernières années dans région étudiée (cf. chap.2).

Les parcours steppiques, avec des espèces pérennes protégeant les sols dans le temps et dans d'espace, sont défrichés au profit des cultures annuelles. Notamment que les précipitations les plus dangereuses (orages), qui caractérisent la région d'étude, et qui causent des pertes en terre considérables coïncident avec la période où le sol est peu couvert (fin été et début d'automne).

La multiplication de l'effectif du cheptel dans la région engendre actuellement une pression sur les sols et sur le couvert végétal par le piétinement et par le surpâturage, parfois irréversible. Selon Roose et *al.* (2010), le piétinement réduit :

- La biomasse sur pied, en favorisant l'érosion ;
- La photosynthèse des plantes, en déchirant et en écrasant les tissus foliaires ;
- Les stocks semenciers des sols par concassage des graines ;
- La capacité d'infiltration des eaux de pluie par tassement de la surface du sol.

Selon les mêmes auteurs, la pression exercée par les pieds des animaux varie en fonction de l'espèce. Elle est de l'ordre de : 6 à 8 kg/cm² pour les bovins et les équins et de 2 à 3 kg/cm² pour les ovins et les caprins. A titre de comparaison, la pression exercée par les pneus de tracteurs est de l'ordre de 3 kg/cm².

Le surpâturage engendre un avortement du cycle végétatif des espèces pastorales appétibles qui n'arriveront pas à maturité, ce qui conduit à une diminution du stock de semences du sol, à une perte de la biodiversité pastorale et un dysfonctionnement des écosystèmes steppiques (Bouderbala et *al.*, 1992). Il mène à une réduction de l'infiltration de l'eau dans les sols de plus de 80%, augmentant ainsi le ruissellement d'un rapport de 1 à 12 par rapport à des terrains similaires non pâturés (Rey, 2001).

Même l'action du paillage (ou mulching en anglais), très simple et très efficace contre l'effet splash, ne peut être utilisé, car toute la biomasse disponible est consommée par le bétail. Des recouvrements de 15 à 25 % de résidus de récolte, comme la paille, diminuent l'érosion de 60 à 75 % par rapport aux sols nus (in Bou Kheir et *al.*, 2001).

La caractérisation du milieu, des aspects socio-économiques et des formations superficielles de la région steppique de Tlemcen à travers cette étude et la synthèse des autres études menées dans la région, a permis de constater sa sensibilité à la dégradation tous types confondus.

Les sols sont peu profonds, avec une prédominance de la texture limoneuse et une faible teneur en matière organique, ces caractéristiques les rendent plus sensible à la dégradation et très vulnérable aux phénomènes d'érosion hydrique et éolienne. En plus, les parcours à base d'espèces pérennes protégeant durablement le sol, sont souvent défrichés et labourés d'une manière anarchique pour des fins agricoles. La production agricole est souvent à faible rendement car elle dépend des conditions édapho-climatiques, ce qui pousse les agropasteurs à les abandonner et deviennent plus sujettes à la dégradation par l'eau, le vent et l'évaporation.

La charge pastorale importante a induit à un surpâturage des parcours et a modifié leur composition floristique. Les espèces pérennes disparaissent laissant la place aux espèces annuelles peu protectrices du sol surtout en période à fort risque érosif.

Les résultats de la phytomasse calculés dans les stations étudiées montrent une très grande hétérogénéité de la quantité de la phytomasse mesurée dans l'ensemble des parcours choisis pour échantillonnage. Cette variabilité confirme le processus de la dégradation dans la région et sa sensibilité à la désertification et la désertisation.

La protection et la gestion durable de l'écosystème steppique, naturellement fragile et perturbé par les pressions anthropozoïques, est donc indispensable actuellement dans la région pour freiner le processus de l'érosion hydrique des sols, processus majeur de dégradation des terrains en zones méditerranéennes, qui constitue une des clés de la désertification (UNEP, 1994). Des suggestions à moyen et court terme sont proposés, il s'agit de :

- Restauration par la mise en défens des parcours moyennement dégradés permettant la régénération du couvert végétal pérenne (moyen le plus efficace et le plus durable dans la lutte contre l'érosion) ;

- Réhabilitation et réaffectation des terrains où le couvert végétal a disparu par la plantation d'arbres et d'arbustes fourragers tolérant l'aridité ;
- Veiller à l'application stricte de l'interdiction des labours illicites et le pacage et passer de l'agriculture à l'arboriculture pour compenser la surface des sols nus ;
- Diversification des revenus de la population par l'intégration de d'autres activités en parallèle à l'élevage (arboriculture, petits élevage, apiculture, etc.) pour maîtriser le nombre de cheptel et l'adapter aux potentialités fourragères existantes;
- Intégration de la population locale dans les actions à fort potentiel de main d'œuvre (plantations pastorales, travaux de conservation de l'eau et du sol, aménagements hydrauliques, ouverture de pistes, etc.) pour réduire le chômage.

Des projets de développement rural sont menés actuellement dans la région par la CFT en collaboration avec la DSA pour remédier à la dégradation des ressources naturelles (couvert végétal et sols) et contribuer à l'allègement de la pauvreté rurale par la diversification et la croissance de manière durable des revenus des populations. Il s'agit des projets de proximité de développement rural intégré (PPDRI) et des projets de proximité de lutte contre la désertification (PPLCD) (Fig. 35). La mise en œuvre de ces projets repose sur une approche participative et d'accompagnement par l'administration décentralisée, impliquant les communautés rurales qui ont l'initiative de l'identification et de la mise en œuvre d'actions en vue d'un développement durable de la région. Les actions d'aménagement exécutées selon le programme 2010-2014 sont mentionnées dans la figure en annexe. D'autres actions ont été élaborées par le HCDS depuis 1995 : mise en défens (sur 151 400ha), plantations pastorales (sur 5 624ha), notamment à base d'*Atriplex canescens*, aménagements hydrauliques par la réalisation de 95 forages, 51 ceds, 31 puits, 31 mares, 24 djoubs, etc. et la distribution de quelques panneaux solaires (Zatout, 2014).

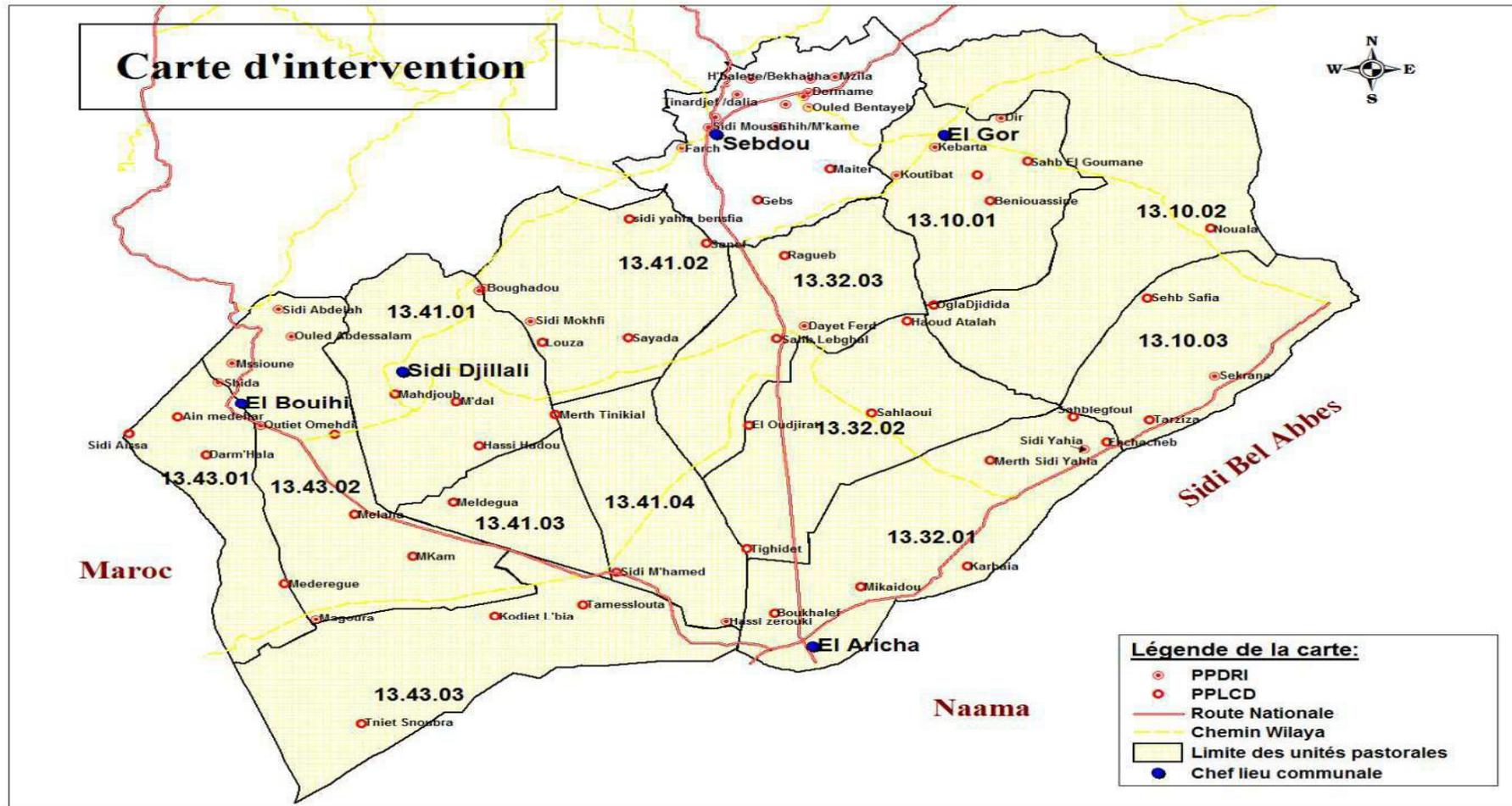


Figure 35 : Localisation des PPDR et des PPLCD dans la région steppique de Tlemcen (CFS, 2014)

Partie III : Analyse comparative de la dégradation des sols du Nord au Sud

Chapitre 6 : Analyse spatiale de l'érosion hydrique dans le BV de la Tafna

Pour couvrir la majorité de l'espace de la wilaya de Tlemcen, nous avons jugé utile après avoir étudié la sensibilité à l'érosion hydrique dans la région steppique de la wilaya, d'élaborer le même travail pour une région d'une importance régionale, qualifiée comme le château d'eau de la région Ouest. C'est le grand bassin versant de la Tafna.

L'analyse spatiale de l'érosion hydrique à l'intérieur de ce bassin, nous permettra de déterminer les degrés du risque érosif existants et faire une analyse comparative entre les deux régions étudiées (du Nord au Sud de la wilaya). Ces dernières sont d'importance économique majeure pour la wilaya de Tlemcen et les wilayas limitrophes.

Avant d'entamer cette étude qui a été basée sur la même approche méthodologique adoptée pour la région steppique, il y a lieu de présenter d'abord les principales caractéristiques naturelles, artificielles et humaines du BV de la Tafna.

1. Présentation du BV de la Tafna

Le BV de la Tafna est l'un des seize grands bassins versants de l'Algérie septentrionale. Il constitue la région la plus arrosée de l'Ouest Algérien.

1.1 Situation géographique

Le BV de la Tafna est situé à l'extrême Ouest de l'Algérie, entre 1° et 2° de longitude W et de 34°3 à 35°2 de latitude N (Fig. 36). Il s'étend sur une superficie de 724 500 ha répartie sur huit (8) sous bassins versants, dont deux (2) se trouvent en amont dans le territoire marocain, englobant une superficie de 195 000 ha (soit 27% de la surface totale du bassin). La partie algérienne du bassin couvre 529 500 ha (Zékri, 2003).

Sur le plan administratif, il occupe 65% de la wilaya de Tlemcen (36/53 communes), une partie de la wilaya de Ain Témouchent (7/28 communes) et une autre partie de la wilaya de Sidi Bel Abbas (3/52 communes).

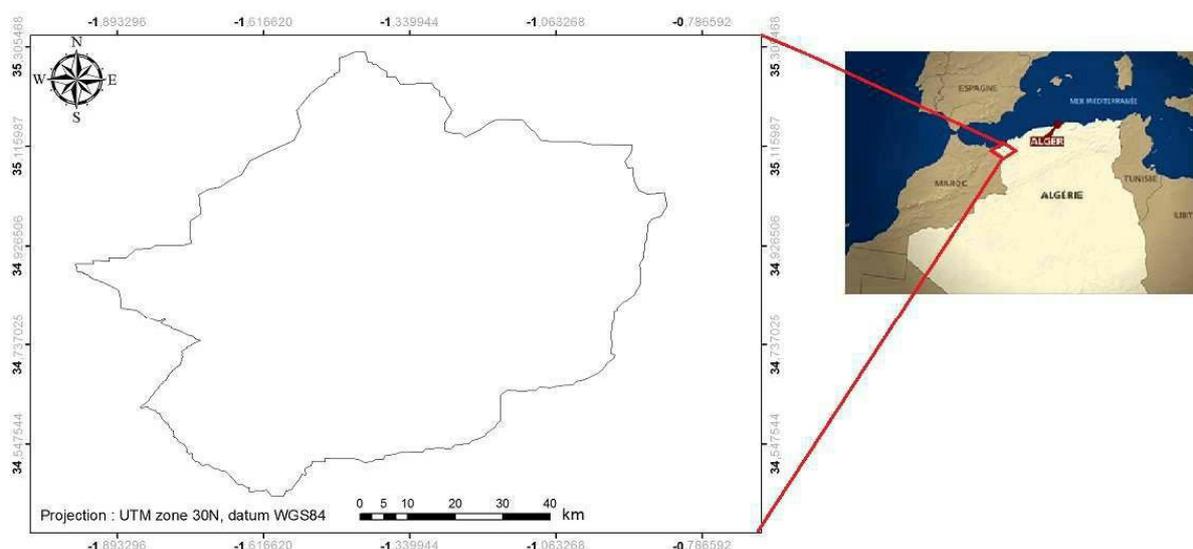


Figure 36 : Situation géographique du BV de la Tafna

1.2 Relief

Le BV de la Tafna présente des reliefs très diversifiés, délimitant entre eux une vaste zone déprimée (la plaine de Maghnia et la moyenne et basse vallée d'Isser). A son embouchure il se rétrécit, il a une largeur de 34 Km au niveau de Remchi. Il a ainsi la forme d'une poire (Remaoun, 1996). Son altitude moyenne est estimée à 780m et les principaux ensembles présents sont :

- la zone littorale : c'est des collines côtières de 200 à 400 m d'altitude ;
- les Monts de Sebâa Chioukh : orientés Ouest-Est et culminant à 662 m au Djebel de même nom ;
- les Monts des Traras : orientés Sud-ouest/Nord-est, culminant à 1081 m au Djebel Fillaoussène et l'altitude moyenne varie de 600 à 800m ;
- les Monts de Tlemcen : constituent la partie amont du bassin et occupent la moitié de sa superficie totale. Ils possèdent les altitudes les plus élevées, en moyenne de 900 à 1000 m et culminent à 1843 m au Djebel Ténouchfi ;
- la plaine de Maghnia : elle coïncide avec la zone de confluence entre Oued Tafna et Oued Mouillah. Elle fait partie du SBV de Mouillah puisqu'elle est

drainée exclusivement par les affluents de celui-ci et se rattache à la plaine des Amgad (Oujda, Maroc) ;

- la plaine de Hennaya : elle s'étend de Sebra à l'Ouest jusqu'au Remchi à l'Est. Elle se rattache au versant Nord des monts de Tlemcen et à la rive droite de la Tafna ;
- la plaine des Abdellys : c'est la vallée du haut Isser, c'est une zone tabulaire de 600 m d'altitude.

La carte des pentes établie à partir d'un MNT, a permis de dégager cinq classes de pentes renseignant sur la déclivité du BV de la Tafna (Tab. 33 et Fig. 37).

Tableau 33 : Gradients de pente, leurs classes et leurs surfaces dans le BV de la Tafna

Gradients de pente (%)	Classes de pente	Surfaces (Ha)	Pourcentages (%)
0-3	1	76 056,62	14,10
3-6	2	94 816,28	17,58
6-12	3	135 053,44	25,05
12-25	4	163 182,40	30,26
Plus de 25	5	69 983,43	12,98

Les classes des pentes présentent dans le BV de la Tafna sont les suivantes :

- La classe 0-3% : représente les pentes nulles à faibles et forme 14,10 % de la surface totale du bassin d'étude ;
- La classe 3-6 % : représente les pentes faibles à assez modérées formant 17,58 % de la dite surface;
- La classe 6-12% : représente les pentes modérées à assez fortes et forme 25,05 % de la dite surface;
- La classe 12-25% : représente les pentes assez fortes à fortes et occupe 30,26% de la dite surface;

- La classe plus de 25% : représente les pentes très fortes, elle occupe 12,98 % de la dite surface.

Les pentes dominantes au niveau du BV de la Tafna oscillent entre 6 et 25%. Les pentes faibles à modérées occupent les lits d'oueds, les plaines et les plateaux. Les pentes fortes et très fortes occupent les zones montagneuses.

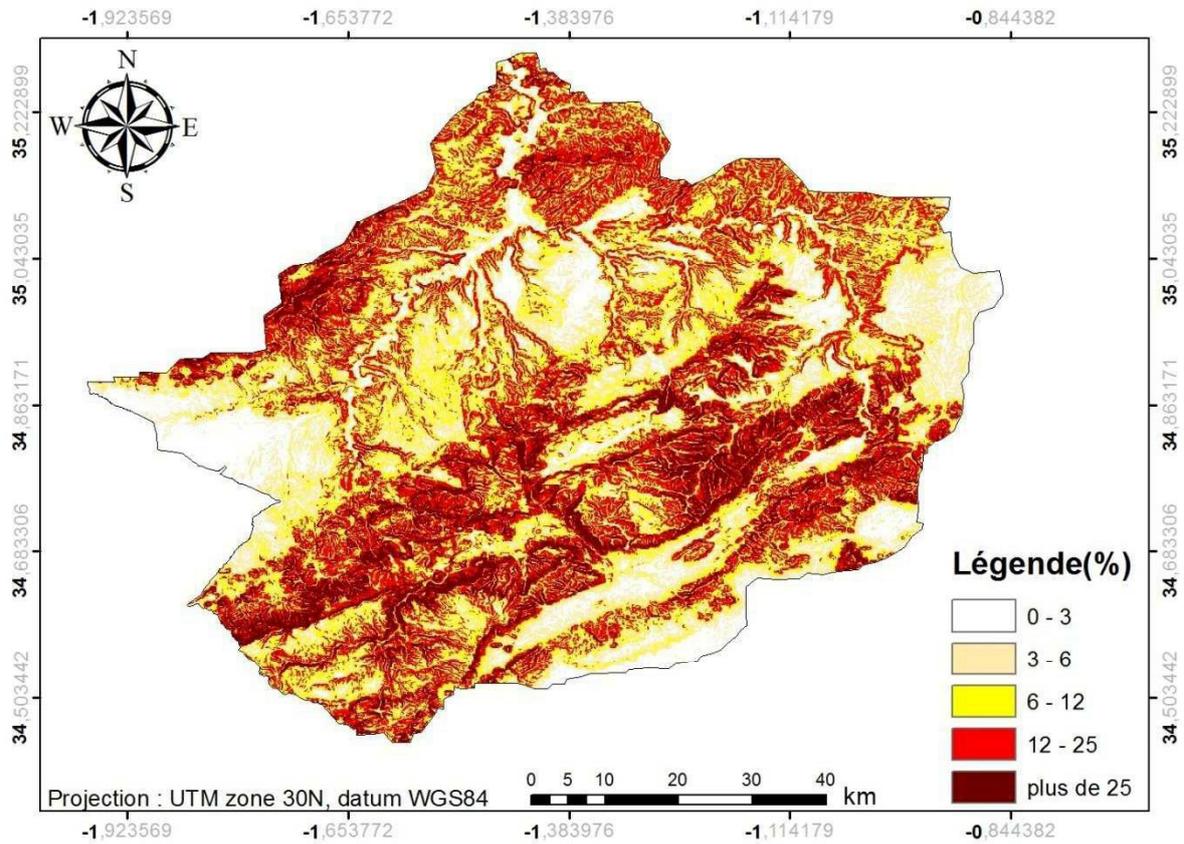
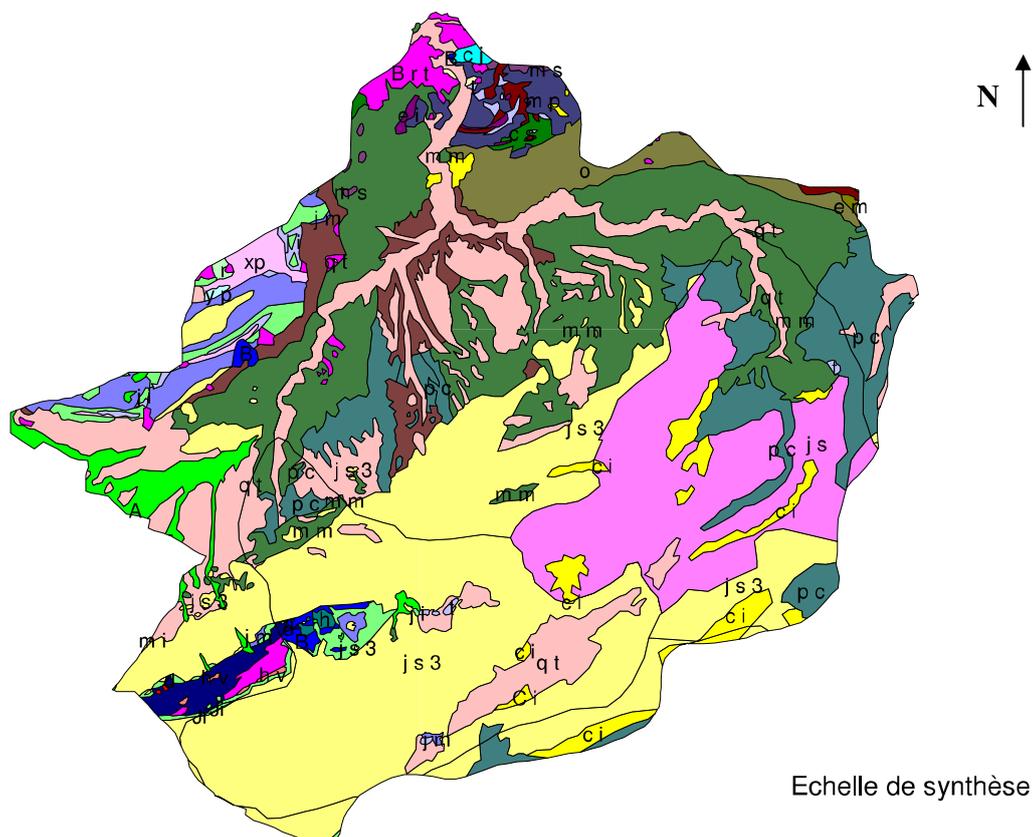


Figure 37 : Carte des pentes du BV de la Tafna

1.3 Géologie

Le grand bassin versant de la Tafna est caractérisé par une géologie très complexe et qualifiée de grande tectonique surtout au niveau des monts de Tlemcen. L'évolution du terrain va du primaire au plio-quaternaire. Selon Guardia (1975) et Benest (1985) ils se distinguent du Nord au Sud comme suit :

- Les monts des Traras sont constitués par des terrains mésozoïques, secondaires recouverts par des formations carbonatées jurassiques ;
- La plaine de Maghnia est constituée de dépôts du miocène et quaternaire ;
- Les monts de Tlemcen sont constitués du jurassique inférieur, moyen et supérieur, du tertiaire (miocène) et du plio-quaternaire (Fig.38).



Légende

 Crétacé et Jurassique non séparés (cj)	 B r t	 Miocène inférieur marin (mi)	 y p	 Miocène supérieur (ms)
 y h v	 Dévonien (d)	 Basaltes (B)	 Jurassique inférieur (ji)	 Eocène inférieur (ei)
 Portlandien (js3)	 Crétacé supérieur marin (cs)	 Eocène moyen (em)	 Miocène supérieur marin (mm)	 Crétacé moyen (cm)
 Crétacé inférieur (ci)	 Pliocène continental (pc)	 Carbonifère (hv)	 Jurassique inférieur (ji)	 Miocène primaire (mp)
 Primaire (xp)	 Alluvions (A)	 Jurassique supérieur (js)	 h	 Oligocène (O)
 Quaternaire continental (qt)	 Trias marin ou lagunaire (t)	 r	 Jurassique moyen (jm)	

Figure 38 : Carte géologique du BV de la Tafna (L.R.S.B.G. , Mascara)

1.4 Lithologie

L'élaboration de la carte lithologique du BV de la Tafna, a fait ressortir 9 unités lithologiques (Tab. 34 et Fig. 39) :

Tableau 34 : Unités lithologiques, leurs classes et leurs surfaces du BV de la Tafna

Unités lithologiques	Classes du lithofaciès	Surfaces (ha)	Pourcentages (%)
Roche volcanique	1	2 425,60	0,45
Calcaires et dolomies dures	1	245 464,81	45,51
Grés	1	7 482,30	1,38
Croûte calcaire	2	61 985,97	11,50
Schistes	3	3 152,80	0,58
Argiles	3	2 488,60	0,46
Calcaires friables	3	62 667,90	11,62
Alluvions et sable	4	75 164,18	13,93
Marnes	5	78 508,46	14,55

Presque la moitié de la superficie du bassin étudié est composée de calcaires et dolomies dures (45,51%), cette formation lithologique occupe en gros la partie amont du bassin. La partie aval est composée essentiellement de marnes, des alluvions et sables, des calcaires friables et des croûtes calcaires. Les autres formations occupent des petites superficies. Par ensemble géographique, elles se réparties comme suit :

- Dans les monts des Traras deux substrats se présentent : les roches calcaires et dolomitiques dures et les marnes qui sont remontés sur l'ensemble de la chaîne par du schiste, du calcaire, du gré friable et des alluvions. L'abondance des formations tendres (argiles, marnes) prédispose la région des Traras aux différents processus d'érosion par contre les formations dures (calcaire, dolomies et grés) et les formations volcaniques sont généralement de point de vue hydrogéologique caractérisées par une perméabilité dite de fissuration. Elles permettent la réalimentation des

nappes phréatiques, principales sources d'alimentation en eau douce de la région. Elles sont géologiquement stables, cohérentes et par conséquent résistantes à l'érosion ;

- Dans les monts de Sebâa Chioukh, le substrat est constitué de 80% de calcaires de grés friables et 10% de marnes. Le reste est fait surtout de sable et d'argile (roches sédimentaires). La crête est constituée de calcaires dolomitiques durs. Cette constitution lithologiques les rend moins sensibles à l'érosion ;
- Le plateau de Zenata situé entre le littoral et les monts de Tlemcen est constitué de marnes et caractérisé par un aspect mosaïque dû à l'apparition d'autres formations rocheuses volcaniques ou dolomitiques ;
- Dans les monts de Tlemcen, le substrat est formé de roche calcaires dolomitiques et roches gréseuses volcaniques dans la partie Ouest. Le reste de cette unité comprend des petites surfaces marneuses ou argileuses, même du calcaire friable, ainsi que des alluvions ou de sable dans la région de Sebdou. Cette masse est dominée par les calcaires, les dolomies et les grés qui sont résistants à l'érosion.

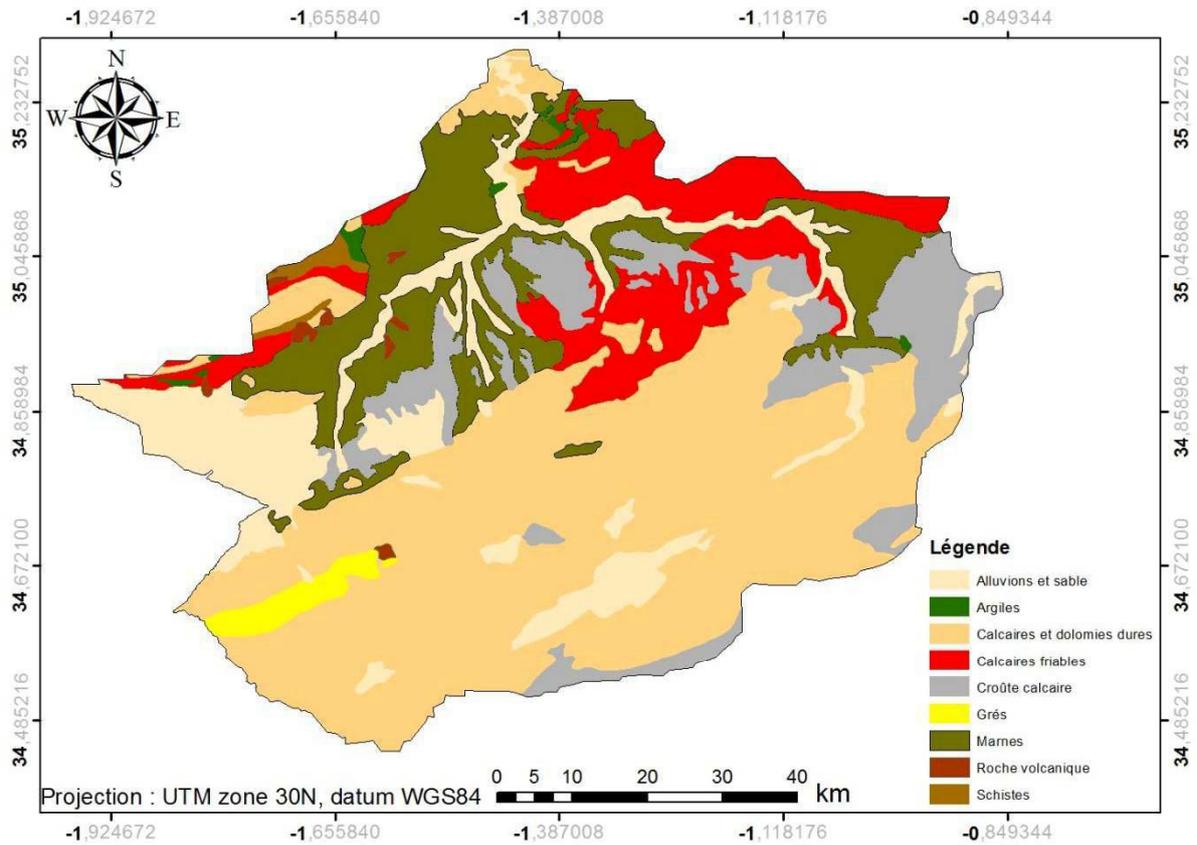


Figure 39 : Carte lithologique du BV de la Tafna

1.5 Sols

La diversité des substratums géologiques présents dans le BV de la Tafna, a donné naissance à des différents types de sols qui peuvent être regroupés comme suit :

- Sur les formations carbonatées dures se développent essentiellement des sols jaunes de type rendzine calcaires ;
- A partir des formations carbonatées tendres dérivent des vertisols plus ou moins salins (marne gypseuse) ou rendzines plus ou moins sableuses (dans le cas des marnes à bancs, de grés et des marnes plus ou moins sableuses) ;
- Sur les formations carbonatées s'y développent des sols qui sont rapidement décarbonatés, souvent acides et fortement lessivés en surface.

Les sols qui naissent sur ces matériaux se développent selon la particularité de chaque région du bassin (climat, relief, exposition, présence ou absence de la végétation, etc.) où ils ont donnés les grands ensembles suivants :

- Les terres d'alluvions qui recouvrent les basses terrasses et les lits majeurs des oueds ;
- Les terres caillouteuses aux piémonts des monts de Tlemcen et des Traras ;
- Les terres rouges à encroûtement, localisées dans la plaine de Maghnia et Ouled Riah ;
- Les terres marneuses, couvrant une grande partie du bassin

1.6 Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique du grand bassin versant de la Tafna est très dense et très ramifié (Fig.40). L'aspect du relief et la présence parfois de roches imperméables ont permis la naissance d'un réseau important. Oued Tafna est le cours d'eau principal, long de 170 km et prend sa source dans les monts de Tlemcen à 1090 m d'altitude. Son écoulement y est d'abord souterrain et son exurgence se trouve sur le rebord sud en amont de Sebdou à Rhar Boumaza. Il traverse la plaine de Remchi et atteint la Méditerranée au niveau de la commune de Rachegoun, située à environ 60 km au Nord de la ville de Tlemcen. Les plus importants affluents sont Oued Isser à L'Est

(qui est de loin le plus grand) et oued Mouillah à l'Ouest. Aux principaux oueds vient s'ajouter un grand réseau de chaâbets (cours d'eau) dont l'origine est l'activité de l'érosion hydrique linéaire. Ce phénomène dominant sur substrats tendres et pentus avec un maigre couvert végétal (le cas par exemple des monts des Traras) fait augmenter la densité et la longueur du chevelu hydrographique par l'installation des griffes, des rigoles et des ravines.

Le réseau hydrographique du bassin étudié peut être subdivisé géographiquement d'une manière globale en :

- Partie occidentale, composée de trois SBV, le Mouillah (198 200 ha) situé dans le territoire marocain, le Mehaguène (665 000 ha) et la haute Tafna (129 400 ha) drainé par Oued Sebdou et Oued Khemis ;
- Partie orientale, drainée par deux SBV, Isser Cedra (111 800 ha) et Sikkak (820 000 ha) ;
- Partie septentrionale, qui débute pratiquement du village Tafna (à l'amont du barrage de Hammam Bouhrara) et s'étend jusqu'à la mer. Les oueds de Boukiou, Boumessaoud et Zitoun sont les principaux affluents de cette partie ;
- Partie aval, représente la Tafna maritime (388 000 ha) dont le cours d'eau principal (Oued Tafna) est souvent permanent.

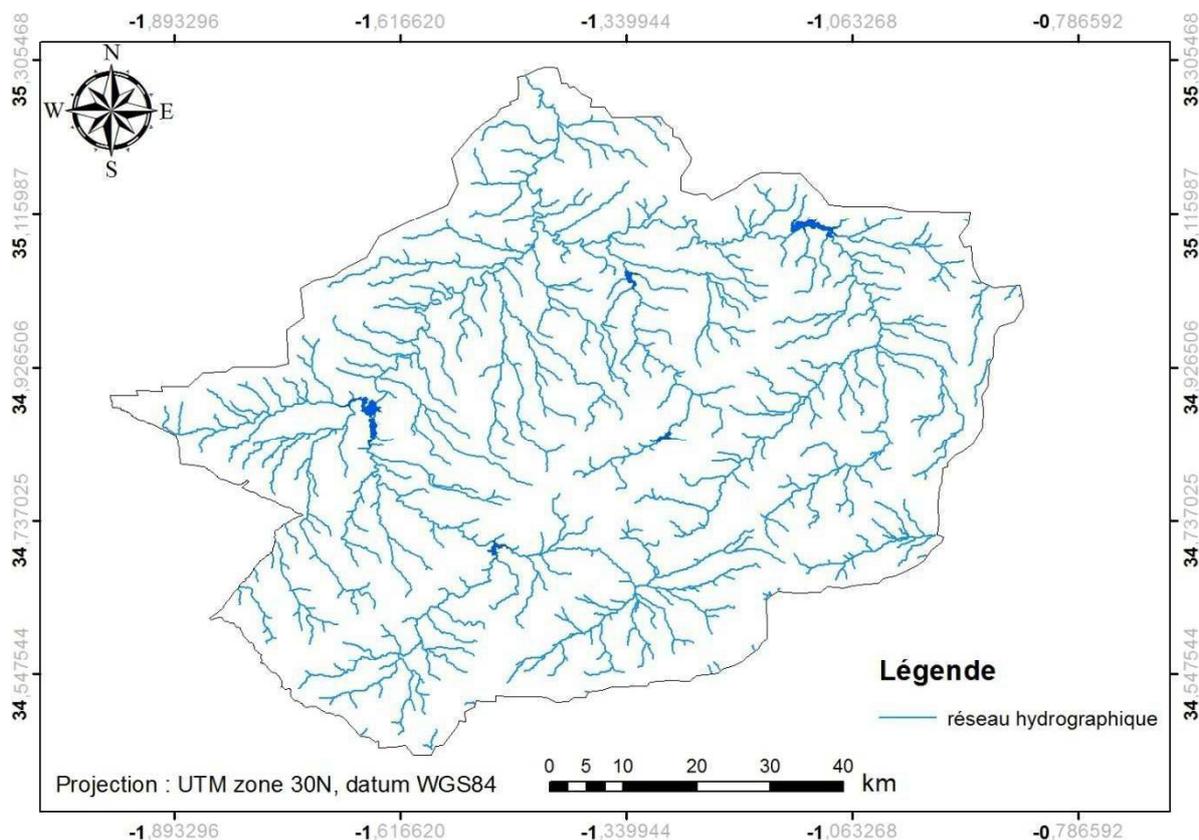


Figure 40 : Carte du réseau hydrographique du BV de la Tafna

1.7 Ressources en eaux

Les ressources en eau au niveau du bassin d'étude sont de deux types : superficielles et souterraines. Les eaux superficielles sont composées de lacs artificiels seulement (barrages, retenues collinaires, etc.) et des oueds à régime temporaire souvent secs. Les eaux souterraines sont formées par quatre nappes phréatiques principales, la plus importante est localisée dans les monts de Tlemcen et les autres se sont des nappes alluviales situées le long des cours d'eau (nappes de Maghnia, de Ghazaouet et d'El Hennaya). Ces nappes sont exploitées à travers un nombre important de puits, de forages et de sources.

Les potentialités hydriques superficielles annuelles du bassin sont estimées à 335 millions de m³, dont près de 60 millions de m³ proviennent de la partie marocaine (SBV de Mouilah), soit 18% (ANAT, 2000). Le BV d'étude contient aussi 5 grands barrages, 7 petits barrages et plus de 70 retenues collinaires. Ces capacités en eau diminuent malheureusement à travers le temps suite à l'envasement des retenues. Certaines se trouvent dans un état d'envasement très avancé, notamment les petits barrages et les retenues collinaires, à cause de l'ampleur de l'érosion hydrique qui touche les bassins versants qui les alimentent.

La quantité de vase présente actuellement dans les cinq grands barrages en exploitation de la wilaya de Tlemcen, situés à l'intérieur du BV de la Tafna, est donnée dans le tableau suivant.

Tableau 35 : Etat d'envasement des cinq grands barrages du BV de la Tafna

Barrages	Année de mise en eau	Capacité de stockage (Mm ³)	Année de référence ou de levés bathymétriques	Quantité de vase (M m ³)	Taux d'envasement (%)	Moyenne annuelle de vase (m ³ /an)
Hammam Bouhrara	1998	177	2010	1,50	0,85	125 000
Béni Bahdel	1952	63	2010	8,00	12,70	137 931
Meffrouche	1963	15	2010	0.35	2,33	7 446
El Izdihar	1987	110	2010	4,00	3,63	173 913
Sikkak	2004	25,5	2014	1,41	5.53	141 000

Source : ANBT (2014), Zékri (2013), DHT(2010)

La quantité de vase qui se dépose annuellement au barrage El Meffrouche est la moins importante, environ la moitié de la quantité déposée dans les autres barrages. Cela est dû à la nature lithologique du bassin versant qui alimente ce barrage qualifiée comme résistante à l'érosion malgré que cette zone soit la plus arrosée du BV de la Tafna. Cette constatation confirme les résultats des travaux qui ont prouvé que l'érosivité des pluies ne détermine pas l'importance de l'érosion et du ruissellement en région méditerranéenne.

1.8 Climat

Vue l'immensité du bassin versant étudié et le nombre élevé de stations climatiques existantes, dont la majorité sont des stations pluviométriques qui mesurent que les précipitations, il n'y a pas lieu de faire une étude détaillée du climat. Nous donnons juste ces principales caractéristiques, notamment les particularités des pluies facteur moteur de l'érosion hydrique.

Le climat qui règne dans le BV de la Tafna est de type méditerranéen, marqué par la dominance du domaine semi-aride. Son originalité réside essentiellement dans la répartition des précipitations dans le temps et dans l'espace, que dans celle des températures. Les pluies sont caractérisées par une irrégularité spatio-temporelle nettement observée. Elle s'exprime par des oscillations d'une année à l'autre et d'une saison à l'autre. Les précipitations annuelles varient en gros entre 300 et 600 mm. Elles sont souvent d'origine orographique, l'augmentation de l'altitude et l'orientation des reliefs conditionne souvent les quantités tombées. Les régions les plus arrosées sont les retombées Nord des monts de Tlemcen et des Traras (entre 600 et 400 mm). Les régions sèches sont les retombées Sud des monts de Tlemcen et des Traras, la plaine de Maghnia et la zone de Fatmi El Arbi (ex. Pierre du Chat) (entre 400 et 300 mm).

La saison pluvieuse est faite d'une succession de périodes de beau temps plus ou moins longues et de passage pluvieux. Elle s'étend généralement entre Octobre et Mai. Le reste du temps, c'est une saison sèche franchie par quelques orages.

De point de vue dynamique érosive, la plus forte érosion est enregistrée dans la saison d'automne, période connue par les orages de courte durée et de forte intensité (surtout dans le mois de Septembre et Novembre). Les écoulements sont très chargés de sédiments et les apports solides dans cette saison représentent souvent plus de 50% des apports solides de l'année entière. Dans les saisons d'hiver et du printemps, caractérisées par des pluies plus abondantes et durables, les transports liquides sont importants mais l'érosion reste faible (Zékri, 2003).

L'agressivité des pluies se manifeste souvent sur des sols peu couverts par la végétation et plus secs suite à la saison chaude de l'été et du début d'automne. Cette période est connu aussi par les incendies répétées rendant les sols plus pulvérulents et plus vulnérables à l'érosion Splash et l'érosion par ruissellement.

1.9 Couvert végétal

Le couvert végétal est le moyen le plus efficace et le plus durable dans la lutte contre l'érosion et la conservation de l'eau et des sols. Sa perturbation et sa régression induisent à la déstabilisation des écosystèmes et favorisent l'apparition des phénomènes dégradants les paysages naturels et bouleversent la vie de tous les êtres vivants. L'homme sera la principale victime de cette dégradation mais malheureusement il en est la première cause.

Dans la région Ouest de l'Algérie, y compris la wilaya de Tlemcen et le BV de la Tafna, le couvert végétal a connu une régression notable par contre l'érosion ne cesse d'évoluer. Cela a été dû aux incendies répétés, aux défrichements, au surpâturage, à l'urbanisation, etc. Les forêts se sont transformées en pré-forêts et en matorrals, à leurs tours dégradés laissant place à une flore éphémère à base de thérophytes, ne protégeant en aucun cas les sols exposés à une forte érosion.

Dans le BV de la Tafna, la végétation est constituée principalement de :

- Au niveau des monts de Tlemcen des maquis et matorrals à base de chêne vert, chêne liège, Thuya, Genévrier, etc. et des reboisements artificiels souvent à base de Pin d'Alep ;
- Au niveau des monts des Traras des matorrals dégradés à base de Thuya, avec quelques enclaves de Chêne vert, Chêne Zeen et des reboisements de Pin d'Alep ;
- Au niveau de la côte des reboisements de Pin d'Alep, des garrigues ou maquis de Genévrier rouge, du Genévrier oxycèdre, d'Olivier sauvage et de Calycotome entre autres ;
- Le système de culture dominant est l'association céréales-jachère qui occupe la majorité de la SAU, le reste se répartit entre cultures maraichères, cultures fourragères, légumes secs et arboriculture notamment par des espèces rustiques.

Une carte d'occupation du sol a été établie à partir de la même image satellitaire utilisée dans l'étude de la région steppique. Sept types ont été identifiés : les plans

d'eau (5 plans d'eau artificiels des barrages), les zones urbaines, les forêts et les maquis (occupants les massifs des monts de Tlemcen et des Traras), les cultures irriguées (autour des lits d'oueds), les terrains agricoles (occupés en gros par des vergers et des cultures) et les sols nus (Tab. 36 et Fig. 41). La répartition de ces types d'occupation du sol sur la carte coïncide bien avec la réalité du terrain.

Tableau 36 : Types d'occupation du sol, leurs classes et leurs surfaces dans le BV de la Tafna

Types d'occupation du sol	Classes d'occupation du sol	Surfaces (ha)	Pourcentages (%)
Eau	1	1 766,87	0,32
Forêts	1	57 727, 24	10,70
Urbain	1	12 366,37	2,30
Maquis	2	134 147,66	24,88
Cultures irriguées	3	14 768,25	2,74
Terrains agricoles	4	151 066,40	28,02
Sols nus	5	167 274,68	31,03

Les terrains à vulnérabilité élevée et très élevée à l'érosion hydrique occupent presque 60% de la surface totale du bassin d'étude. Les terrains à vulnérabilité moyenne, modérée et faible représentent respectivement 2,74%, 24,88 et 13,32% de la dite surface.

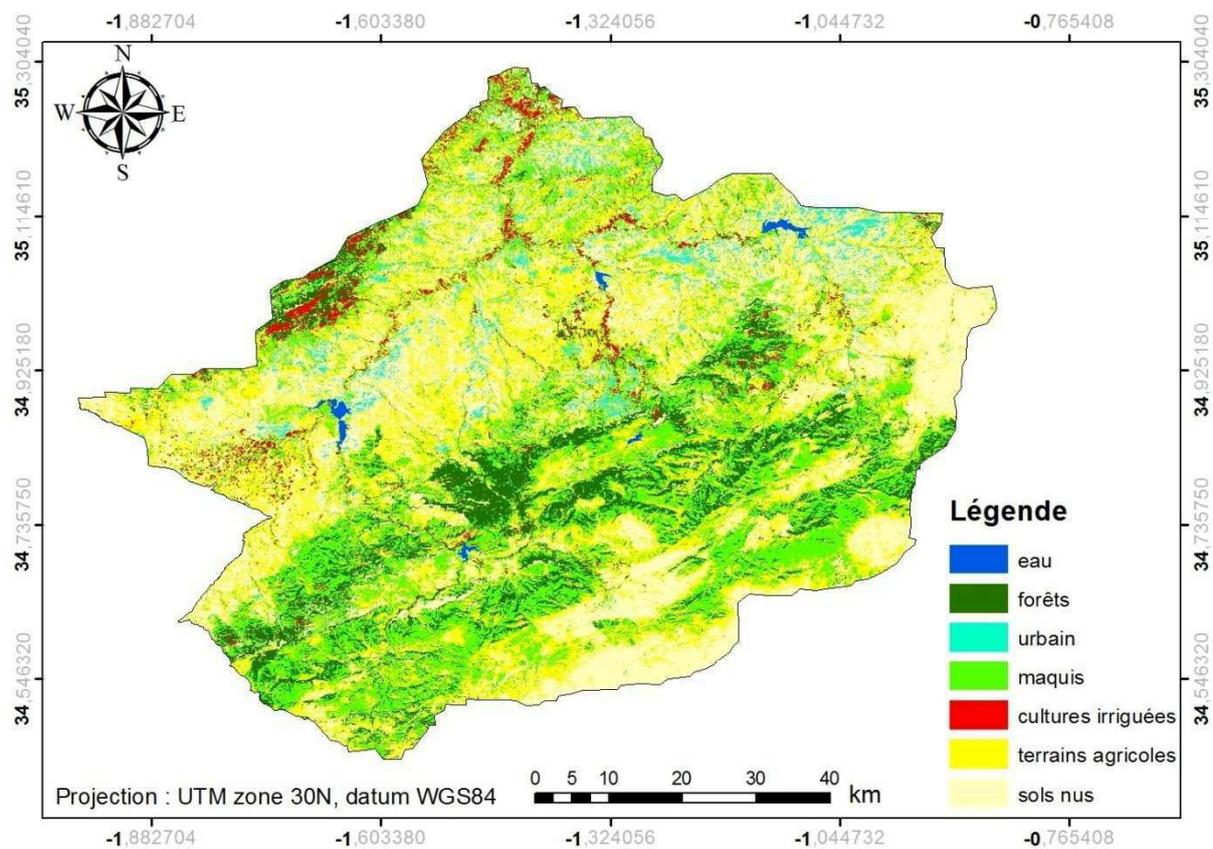


Figure 41 : Carte d'occupation du sol du BV de la Tafna

Une carte du degré du couvert végétal a été élaborée en utilisant le NDVI. Le BV de la Tafna contient quatre classes du degré du couvert végétal : les zones à recouvrement très faible (< 25%) représentent 28,42% de la surface, les zones à recouvrement faibles (25-50%) représentent 62,16%, les zones à recouvrement moyen (50-75%) représentent que 9,38 % et les zones à recouvrement dense (> 75%) représentent seulement 0,06% (Tab. 37 et Fig. 42).

Plus de 90% des terrains au niveau du bassin d'étude ont un recouvrement inférieur à 50%, ce qui ne permet pas une bonne maîtrise de l'érosion.

Tableau 37 : Degrés du couvert végétal, leurs classes et leurs surfaces dans le BV de la Tafna

Degré du couvert végétal	Classes du couvert végétal	Surface (ha)	Pourcentage (%)
<25%	1	153 215,52	28,42
25-50%	2	335 135,88	62,16
50-75%	3	50 423,00	9,35
>75%	4	319,44	0,06

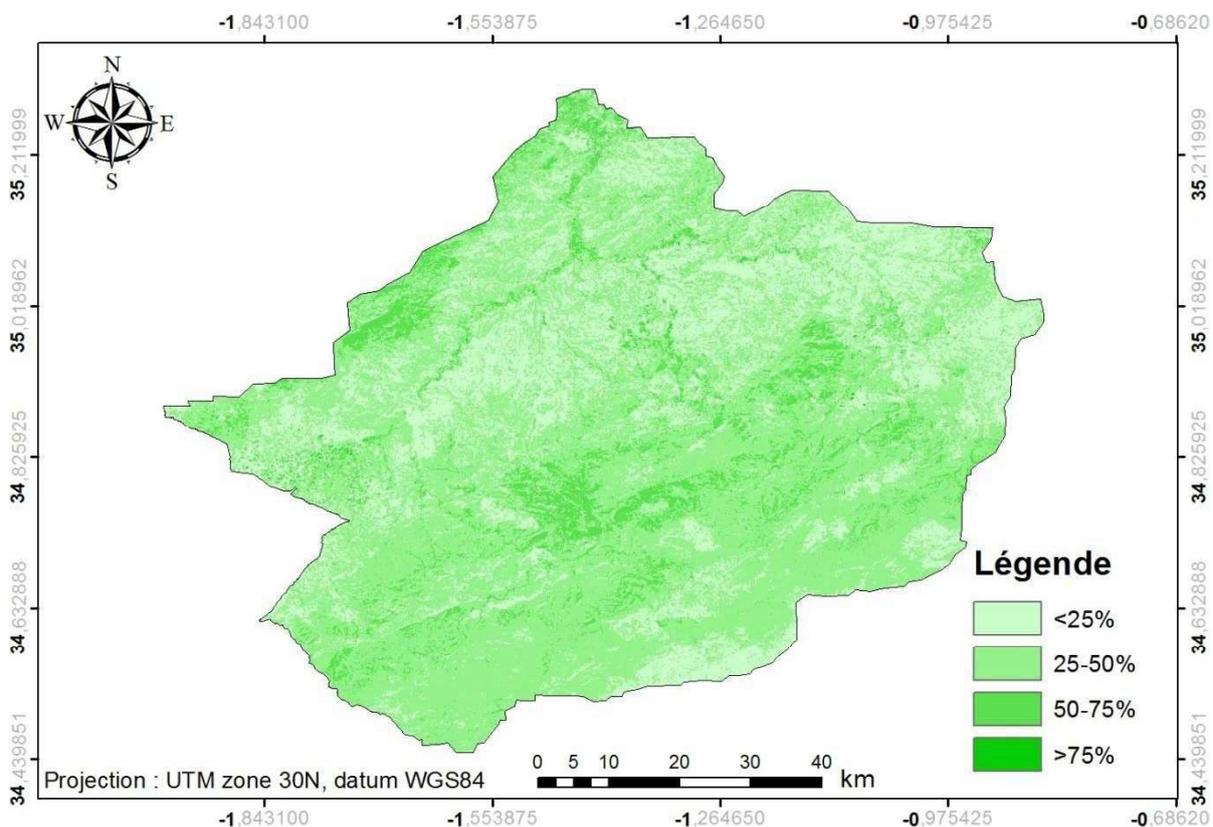


Figure 42 : Carte du degré du couvert végétal du BV de la Tafna

1.10 Aspects humains

La population au niveau de la région d'étude a connu une croissance significative après l'indépendance comme dans toutes l'Algérie septentrionale. Cette croissance a induit à une demande de plus en plus importante en eau, en produits alimentaires, en habitat et en emploi. De vastes étendues ont été ainsi consommées pour la mise en place des retenues d'eau, pour l'extension des terres agricoles, pour l'urbanisation et l'industrialisation au profit des terres végétalisées.

La densité de la population à l'intérieur du bassin est nettement supérieure à celle de la région steppique, même en zones rurales. Elle se répartisse comme suit (Zékri, 2003) :

- Les Traras sont très peuplés, la densité y est de 120 hab. /km² (145 à l'Ouest et 71 à l'Est). Cette population avec une désorganisation de l'occupation du sol, rend cet espace au relief très accidenté plus fragilisé en contribuant à l'accélération de l'érosion ravinante en particulier, où les badlands gagnent de plus en plus de terrains chaque année ;
- Les Sabâa Chioukh sont peu peuplés, la densité est de 49 hab. /km². C'est un espace rural à 100%, comparé aux Traras, il est moins fragile vue sa composition lithologique assez stable ;
- Les Monts de Tlemcen sont peuplés d'une manière inégale, la densité est de l'ordre de 32 hab. /km², mais elle dépasse largement les 100 hab. /km² dans les chefs lieux de la région. La concentration dans ces centres d'agglomérations a engendré une urbanisation des écosystèmes forestiers et pré-forestiers et des terres agricoles ;
- La plaine de Maghnia est très peuplée, la densité est 174 hab. /km², à cause des opportunités économiques qu'elle offre à la population. Les plateaux par contre sont peu peuplés, surtout dans la partie orientale où le secteur domanial domine largement la superficie agricole.

2. Analyse spatiale de l'érosion hydrique dans le BV de la Tafna

2.1 Approche méthodologique

Pour pouvoir comparer facilement le risque érosif entre les deux régions étudiées, la même approche méthodologique utilisée pour la cartographie qualitative de la sensibilité de la région steppique à l'érosion hydrique, a été adoptée pour le BV de la Tafna et les mêmes outils de travail ont été exploités pour l'élaboration des cartes.

2.2 Résultats

2.2.1 Carte d'érodibilité

La carte d'érodibilité (Fig. 43) a été élaborée par la superposition de la carte des pentes et la carte lithologique selon la matrice (Cf. Chap.5). Cette superposition a fait ressortir cinq classes d'érodibilité (érosion potentielle) selon le tableau suivant :

Tableau 38 : Degrés d'érodibilité et leurs surfaces dans le BV de la Tafna

Degrés d'érodibilité	Surfaces (ha)	Pourcentages (%)
Faible	119 737,40	22,21
Modérée	89 808,84	16,66
Moyenne	152 451,98	28,28
Forte	129 939,53	24,11
Extrême	47 000,91	8,72

La partie aval du bassin d'étude présente une érodibilité plus forte voire même extrême par rapport à sa partie amont. Cela est plutôt dû à la nature du lithofaciès plus sensible à l'érosion dans la partie aval et plus résistant dans la partie amont.

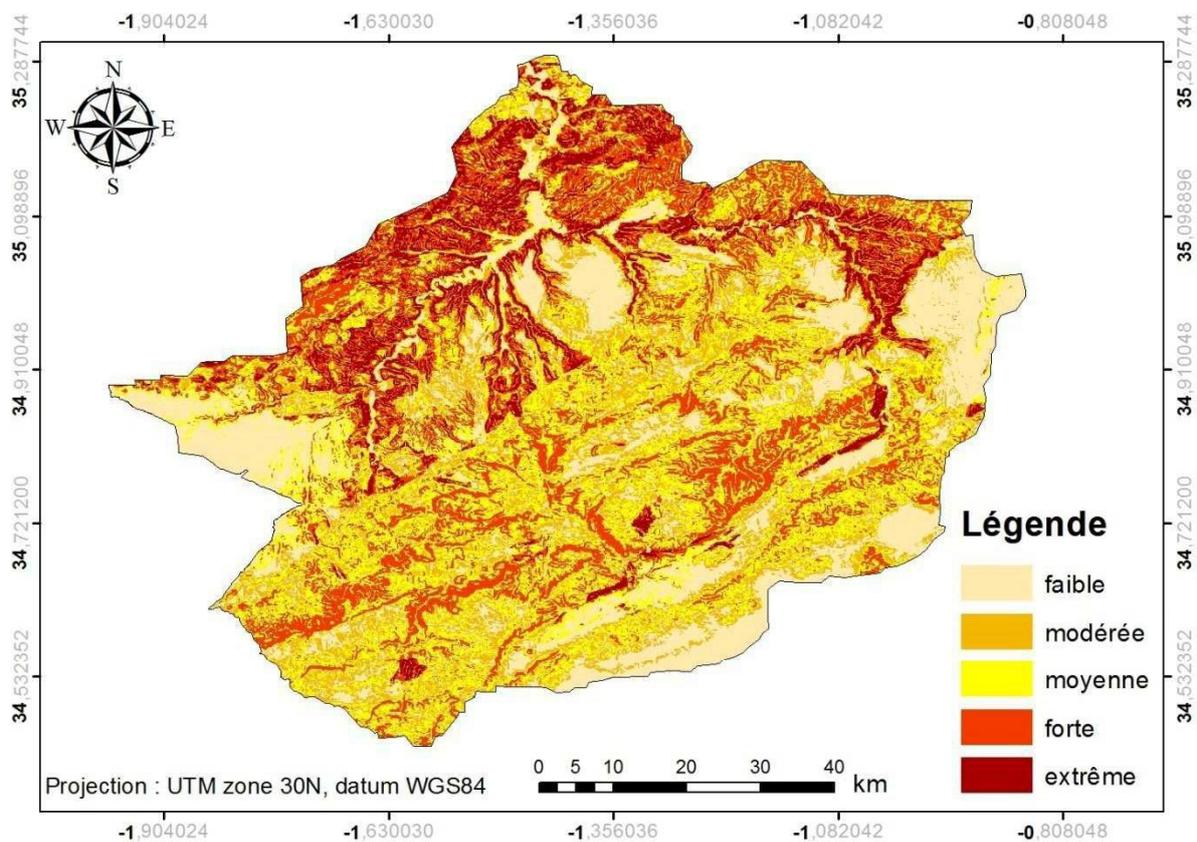


Figure 43 : Carte d'érodibilité du BV de la Tafna

2.2.2 Carte de protection du sol

La carte de protection des sols (Fig.44) a été élaborée par la superposition de la carte de l'occupation du sol et la carte du degré du couvert végétal selon la matrice (Cf. Chap.5). Cette superposition a fait ressortir cinq classes de protection du sol selon le tableau suivant :

Tableau 39 : Degrés de protection du sol et leurs surfaces dans le BV de la Tafna

Degrés de protection du sol	Surfaces (ha)	Pourcentages (%)
Très faible	291 444,51	54,07
Faible	103 189,52	19,14
Moyenne	124 409,06	23,08
Elevée	6 048,08	1,12
Très élevée	13 934,16	2,58

La majorité des terrains au niveau du bassin d'étude (plus de 95%) présente une protection très faible à moyenne.

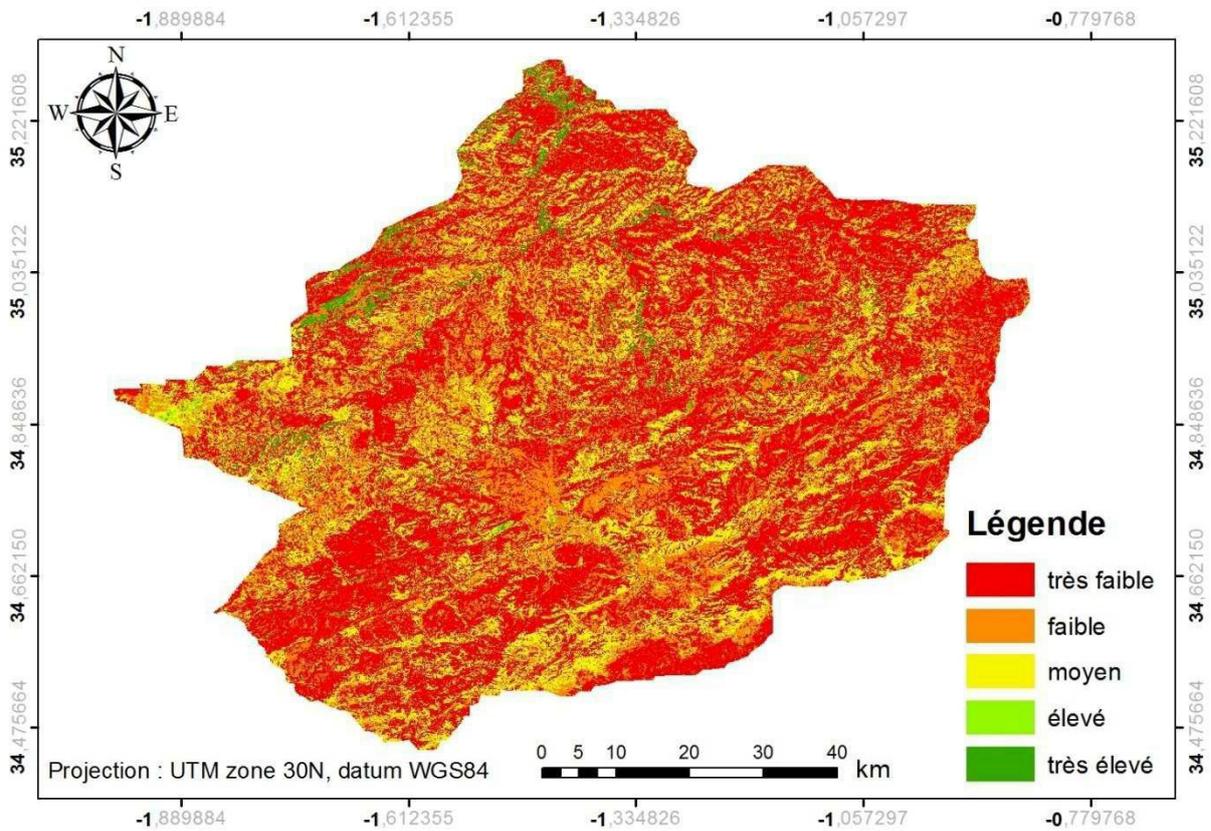


Figure 44 : Carte de protection du sol du BV de la Tafna

2.2.3 Carte de sensibilité à l'érosion hydrique

Le produit final de cette étude est la carte de sensibilité à l'érosion hydrique du BV de la Tafna (Fig. 45). Elle a été issue de la superposition de la carte d'érodibilité et la carte de protection des sols, selon la matrice (Cf. Chap. 5). Cette superposition a fait ressortir cinq classes de sensibilité (Tab.40). Les zones à sensibilité très faible à moyenne représentent 59,19 % de la surface totale du bassin étudié et les zones à sensibilité forte et très forte représentent 40,80 % de la dite surface.

Tableau 40 : Classes de sensibilité à l'érosion hydrique et leurs surfaces dans le BV de la Tafna

Sensibilité à l'érosion hydrique	Surfaces (ha)	Pourcentage (%)
Très faible	39 406,61	7,32
Faible	150 544,86	27,93
Moyenne	129 029,70	23,94
Elevée	122 131,15	22,66
Très élevée	97 747,52	18,14

Les résultats obtenus ont été validés suite à des prospections du terrain, dans des sites représentatifs des différentes situations. Enrichis à travers notre longue expérience (18 ans) dans le cadre des mémoires d'ingénieur et du magister, ainsi que l'encadrement de plus de 15 étudiants en système classique (Ingénieur) et en système LMD (masters) dans les domaines de l'érosion hydrique et les aménagements antiérosifs dans le BV de la Tafna.

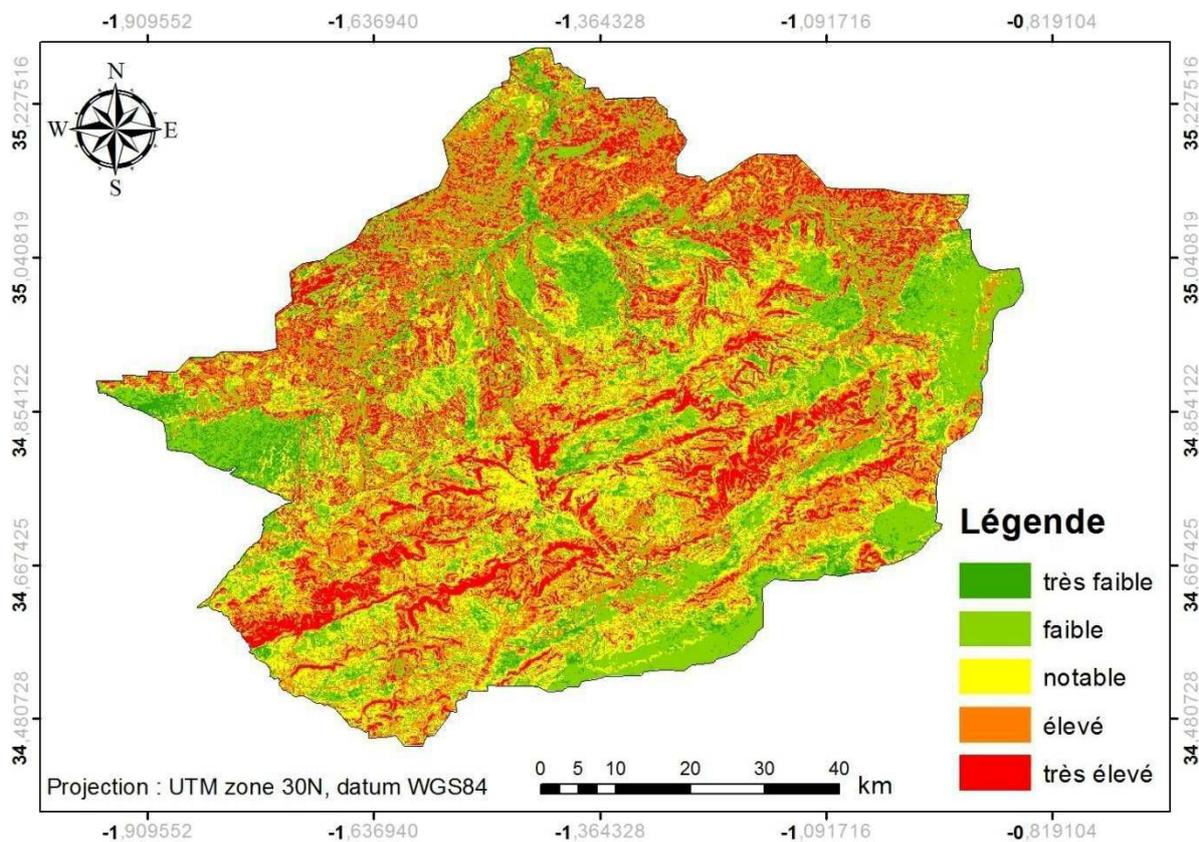


Figure 45 : Carte de sensibilité à l'érosion hydrique du BV de la Tafna

2.3 Discussion et conclusion

L'analyse spatiale de la sensibilité à l'érosion hydrique dans le BV de la Tafna a permis de distinguer cinq classes de vulnérabilité multifactorielle (une sensibilité très faible, faible, moyenne, élevée et très élevée). Les zones à sensibilité très faibles couvrent seulement 7,32%, les zones à sensibilité faible à moyenne couvrent plus de la moitié de la surface totale du bassin (51,87%) et les zones à sensibilité élevée et très élevée couvrent 40,80% de la dite surface.

La partie aval est la plus touchée par l'érosion hydrique, notamment linéaire, où on a observé des badlands (photo 11) particulièrement au niveau des monts des Traras, du BV de Hammam Bouhrara et du BV de Sidi Abedelli. Ces deux derniers BV alimentent les plus grands barrages de la wilaya (Hammam Bouhrara et El Izdihar) mais le phénomène d'érosion, très actif à leur niveau, ramène suite aux transports solides importants une bonne quantité de sédiments annuellement (Cf. Tab.35). L'ampleur de l'érosion a induit aussi à une perte considérable de terres agricoles.

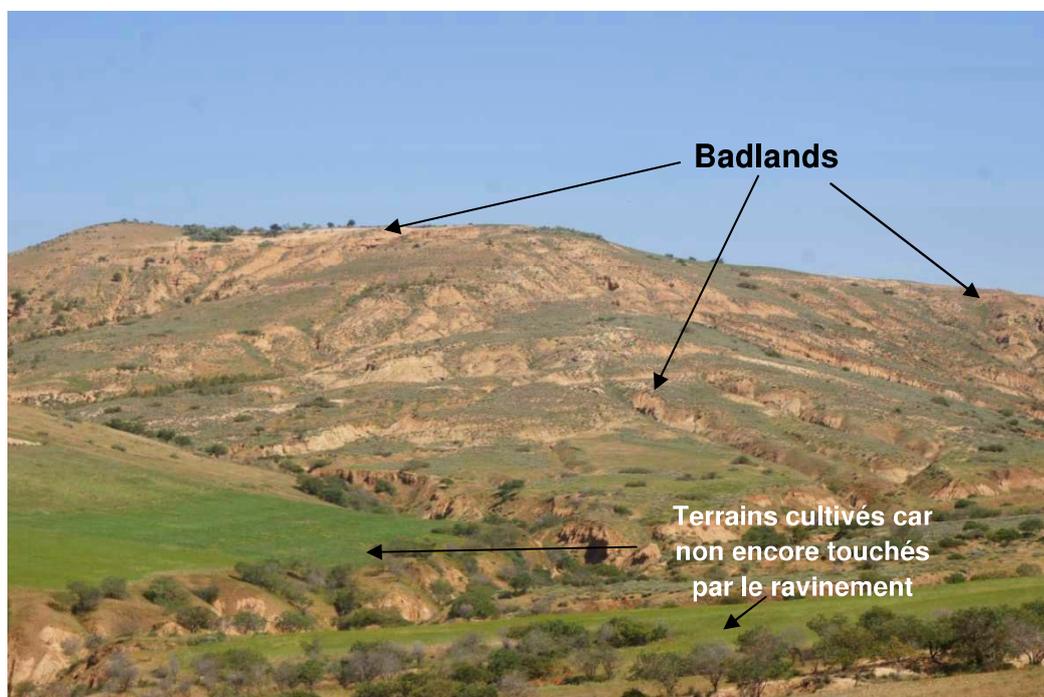


Photo 11 : Terrains agricoles ravinés (versant Sud des monts des Traras, Avril 2017)

La partie amont grâce à sa composition lithologique résistante à l'érosion est moins sensible à l'érosion hydrique, notamment l'érosion splash, mais la présence de pentes abruptes menacent les villes en aval comme la ville de Tlemcen par des inondations catastrophiques, si une pluie abondante sature les sols et déclenche de forts ruissellements. Ce risque devient de plus en plus important suite à la dégradation du couvert végétal constatée au niveau de cette région. Les feux de forêts consomment chaque année des milliers d'hectares, le surpâturage et le défrichage empêchent la régénération du couvert végétal et l'extension de l'urbanisation diminue l'infiltration des eaux de pluies et augmente les écoulements à la surface.

La forêt domaniale de Tlemcen à titre d'exemple protège actuellement la ville de Tlemcen contre les inondations mais son état de vieillesse, avec une régénération faible à inexistante ne permet pas à cette forêt de jouer son rôle protecteur dans le futur. Des arbres de Pin d'Alep âgés et inclinés s'observent à côté de la route amenant au plateau de Lala Setti. Ces sujets menacent les utilisateurs de la route, car ils risquent d'être déchaussés par le temps suite au phénomène d'érosion si des pluies abondantes et intenses de fréquence rare se manifestent.

Selon Roose et *al.* (2010), la plupart des averses en zone de montagne méditerranéenne ont une faible intensité et une faible énergie : les risques majeurs sont liés à des averses de fréquence rare, soit des orages très violents lors des changements de saison, soit des pluies longues et saturantes provoquant des inondations considérables, des mouvements de masse, du ravinement torrentiel et la dégradation des berges des oueds.

En effet l'érosivité des pluies n'est pas déterminante du risque érosif en région méditerranéenne mais c'est plutôt la fragilité des terrains (pentes fortes, substrats tendres et couvert végétal dégradé) qui en est la cause majeure. A titre d'exemple, l'indice d'érosivité des pluies « R » a varié de 20 à presque 100 unités seulement dans le BV de la Tafna : entre 20 et 30 dans la zone côtière, 40 et 60 dans la zone

des plaines et des plateaux, 70 à 90 dans les zones montagneuses et plus de 90 unités dans les zones d'El Meffrouche et de Hafir (Zékri, 2003).

En terme de cette étude, l'analyse comparative de la dégradation des sols entre la partie Sud (région steppique) et la partie Nord (BV de la Tafna) de la wilaya de Tlemcen a permis de tirer les conclusions suivantes :

- La région steppique de Tlemcen est moins sensible à l'érosion hydrique notamment à l'érosion linéaire et en masse par rapport au BV de la Tafna. Cela est dû à la dominance des espaces plats et aux substrats résistants à l'érosion. Plus de 80% des terrains présentent une érodibilité très faible à faible mais sont peu protégés suite à la régression du couvert végétal rendant cette région plus sensible aux autres types de dégradation particulièrement par l'érosion éolienne et l'évaporation. Ces dernières aggravées par l'aridité croissante et les pressions anthropozoïques, favorisent l'extension des espaces désertifiés, voire même désertisés ;
- Le BV de la Tafna au contraire est plus sensible à l'érosion hydrique. La dominance des terrains pentus et la présence de substrats tendres surtout dans la partie aval, ont permis la naissance de tous les types de l'érosion hydrique (érosion en nappe, érosion linéaire, érosion en masse et l'érosion des berges). La partie amont est plus stable mais l'effet de la pente et de la dégradation du couvert végétal peuvent occasionner des inondations si une pluie rare, durable et intense s'exprime.

Les régions étudiées à travers ce travail ont une importance économique majeure pour la wilaya de Tlemcen. Dans la région steppique, l'activité pastorale apporte des revenus importantes à la population mais elle engendre la dégradation des écosystèmes, favorise l'accélération de l'érosion hydrique et éolienne, augmente l'évaporation et les terrains deviennent de plus en plus sensibles à la désertification.

Dans le bassin versant de la Tafna, région la plus arrosée et la plus productive de la wilaya, l'érosion hydrique entraîne une diminution considérable des terres agricoles

par l'installation des ravines et dépose annuellement une quantité importante de vase aux niveaux des réservoirs hydrauliques.

Les mauvaises techniques culturales menées par la plupart des agriculteurs de la région favorisent largement le phénomène de l'érosion. La plantation selon la pente, l'extension de la céréaliculture sur des versants pentus et des cultures sous serre, la mécanisation de l'agriculture, etc., ont été fréquemment observées dans la région notamment dans les zones montagneuses comme les Traras et Sebaâ Chioukh.

Des aménagements antiérosifs sont déjà menés pour lutter contre le processus de l'érosion et conserver les eaux et les sols dans la wilaya (reboisements, plantations fruitières et pastorales, correction torrentielle, fixation des berges, etc.). Particulièrement dans les zones dites prioritaires (à l'amont des barrages et des agglomérations) où dans les zones rurales et steppiques à travers les PPDR et les PPLCD. Cependant ces projets manquent souvent de pertinence, de suivi et d'entretien des actions établies ne permettant pas de freiner le processus d'érosion mais parfois de l'accélérer.

Le recours aux méthodes traditionnelles de conservation de l'eau et du sol comme l'ouverture de terrasses, la plantation selon les courbes de niveau, l'installation des haies vives ou mortes, la mise en place des cordons biologiques ou en pierres sèches pour briser la vitesse du ruissellement est conseillé actuellement. La bonne gestion des terres par les agriculteurs avant que l'érosion atteigne des stades avancés voire même irréversibles permettra une bonne maîtrise des transports solides et liquides et fera gagner beaucoup d'efforts et d'argent. Il y a lieu de citer en fin de ce travail, le meilleur exemple d'une bonne gestion des terres qui se trouve dans la région de Béni Snous, où les techniques traditionnelles sages sont conservées et entretenues par la population locale depuis des siècles.

Conclusion générale

Conclusion générale

La caractérisation des milieux (physique et socioéconomique) ainsi que des formations superficielles (état du couvert végétal et des sols) a permis de constater que la région steppique de la wilaya de Tlemcen est sensible à la dégradation tous types confondus. Des sols peu profonds, avec une dominance de texture limoneuse et une faible teneur en matière organique, un couvert végétal dégradé, notamment des espèces pérennes et une aridité croissante du climat favorisent la sensibilité des terrains à l'agressivité des eaux de pluies, des vents et de l'évaporation.

La quantification de la production de la phytomasse aux niveaux des principaux parcours de la région steppique a montré une hétérogénéité significative des valeurs de la phytomasse. Elle a variée de 0 à 12 500 Kg MS/ha, la valeur minimale témoigne d'un surpâturage intense et la valeur maximale est simplement due à la phytomasse non consommable par les bêtes. Cette variabilité confirme le processus de la dégradation dans la région et sa sensibilité à la désertification, voire même la désertisation.

L'étude de la sensibilité des sols à l'érosion dans la région steppique a montré une faible sensibilité à l'érosion hydrique, notamment de type linéaire et/ou en masse. Seulement 9,54% des terrains présentent une sensibilité forte à très forte. Cela est dû à la faible érodibilité issue de la dominance des espaces plats, ne favorisant pas de forts ruissellements et aux substrats résistants à l'érosion. Cependant l'état actuel du couvert végétal, souvent dégradé, avec la dominance des espèces annuelles peu protectrices du sol et un recouvrement faible à très faible sur la majorité des terrains (presque 99%) rendent les sols plus sensibles à l'érosion splash, à l'érosion éolienne et à l'évaporation.

Par contre, la partie Nord de la wilaya de Tlemcen, occupée en grande partie par le BV de la Tafna, a présenté une sensibilité plus élevée à l'érosion hydrique particulièrement dans sa partie aval. Cette dernière est composée de terrains tendres sensibles à l'érosion comme les marnes, les calcaires friables, les schistes et les

alluvions et sable. Cette sensibilité est favorisée encore par la présence d'un couvert végétal dégradé ou totalement absent. Toutes les formes de l'érosion hydrique ont été observées sur terrain dont les plus catastrophiques sont les badlands et les glissements de terrain, qui occasionnent des pertes considérables de terres agricoles et mobilisent des transports solides importants menaçant les structures en aval (agglomérations, routes, barrages, etc.).

La partie amont présente une sensibilité moindre à l'érosion à cause de la dominance de substrats résistants à l'impact des gouttes de pluies et aux cisaillements, mais la dominance des terrains pentus favorisent le déclenchement de ruissellements de pointe, qui peut induire à des inondations catastrophiques si des pluies abondantes se déclenchent.

Pour freiner le processus de dégradation au niveau de la wilaya de Tlemcen soit par la désertification ou par l'érosion hydrique, il faut d'abord freiner le processus de la dégradation du couvert végétal, le moyen le plus efficace et le plus durable dans la lutte contre la dégradation des sols. Il faut s'investir plus dans :

- le reverdissement des bassins versants et des parcours par la plantation d'arbres et d'arbustes ;
- la régénération des vieilles forêts et des espèces pastorales pérennes ;
- la défense contre les incendies ;
- le contrôle et la réglementation du pâturage ;
- l'interdiction des mauvaises pratiques des agriculteurs et des agropasteurs ;
- la favorisation du recours aux techniques traditionnelles sages de conservation de l'eau et du sol ;
- la sensibilisation des populations des dangers qui menacent les générations futurs suite à la dégradation du support de vie « le sol ».

C'est suite à cela qu'on peut garantir un développement durable des sociétés, de l'environnement et de l'économie nationale.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Aboura R., 2011 - Analyse des peuplements végétaux halophytes dans le Chott El Gharbi (Oranie-Algérie). Thèse Doct. Ecol.Vég, Univ.Tlemcen, 200 p.

Amrani S., 2001 - Contribution à l'étude agrochimique et pédogénétique des zones de Hautes Plaines steppiques de la wilaya de Tlemcen. Thèse Doct., Univ. Tlemcen, 156 p.

ANAT, 2000 - Actualisation du plan d'aménagement de la wilaya de Tlemcen (bilan de la situation actuelle et problématique d'aménagement). Vol. n° 1(153 p) et n° 2 (312 p).

ANBT, 2014 - Levés bathymétriques de onze barrages en exploitation (Compagne de mesure du barrage Sikkak, Wilaya de Tlemcen). Laboratoire d'études maritimes, 37 p.

Auclair R. et Biehler J., 1967 - Etude géologique des hautes plaines oranaises entre Tlemcen et Saida. Pub.Ser.Cart Geol., Algérie, Nvll série, bulletin n°34,4, Fig.pl.I.IV3, 45 p.

Bechchari A., El Aich A., Mahyou H., Baghdad M. et Bendaou M., 2014 - Analyse de l'évolution du système pastoral du Maroc oriental. Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 67, 4, pp 151-162.

Bekkouche A., 2016 - Evolution du paysage steppique dans la Sud de Tlemcen (Algérie occidentale). Thèse Doct. Dép. Ecol. Envir., Univ. Tlemcen, 129 p + annexes.

Bekkouche A., Ayache F. et Bouazza M., 2013 - The bioclimate in the steppe of Tlemcen (Oran, western Algeria). Journal of Life Sciences, Vol. 7, No 3, pp. 313-321.

Bekkouche A., Ayache F., et Bouazza M., 2013 - Pedogenesis steppe soils of the region of Tlemcen (Western Algeria).-Bioscience Biotechnology Research Asia, Volume No. 10 Issue No.: 2, pp 823-829.

Bekkouche A., 2011 - Evolution spatiale du paysage steppique dans le Sud de Tlemcen. Mém. Mag., Univ. S.T.H.B., Alger, 91 p + annexes.

Benabadji N & Bouazza M., 2000 a - Quelques modifications climatiques intervenues dans le Sud – Ouest de l'Oranie. (Algérie occidentale).Rev .Energ.Ren. 3 :117-125

Benabadji N & Bouazza M., 2000 b - Contribution à une étude bioclimatique de la steppe à *Artemisia herba alba* Asso. (Algérie occidentale).Cahier sécheresse, II(2) :117-123

Benabadji N., 1995 - Etude phytoécologique de la steppe à *Artemisia herba alba*. Asso. Et à *Salsola vermiculata*, au Sud de Sebdo. (Oranie, Algérie).Thèse Doct., Ès. Sci., Univ.Tlemcen, 153 p texte+150 p annexes.

Benabadji N., 1991 - Etude phytoécologique de la steppe à *Artemisia herba alba* au sud de Sebdo (Oranie, Algérie).Thèse Doct, Sciences et Technique, St Jérôme, Aix Marseille III, 101 p + annexes.

Benest M., 1985 - Evolution de la plate-forme de l'Ouest saharien et du Nord –Est marocain au cours du Jurassique supérieur et au début du Crétacé : Stratigraphie, milieu de dépôt et dynamique de sédimentation. Thèse Doct., Lab. Géol. 95, Univ.Claude Bernard, Lyon I, 367 p.

Benest M et Elmi S., 1969 - Précisions stratigraphiques sur le jurassique inférieur et moyen de la partie méridionale des monts de Tlemcen (Algérie). Ext.Som.Soc.GEOL, France.

Benguerai A., 2011 - Evolution du phénomène de désertification dans le sud Oranais (Algérie). Thèse Doct. Dép. Scien. Agro. et Forest., Univ. Tlemcen. 138 p.

Bensalah M., 1989 - L'Eocène continental d'Algérie : Importance de la tectogenèse dans la mise en place des sédiments et des processus d'épigénie dans leur transformation. Thèse Doct., Univ., Lyon, 147 p.

- Bonneau M. et Souchier B., 1979** – Pédologie : Constituants et propriété du sol .Tome II, Ed. Masson.
- Bouabdallah H., 1991** - Dégradation du couvert végétal steppique de la zone Sud-ouest Oranaise (le cas d'El Aricha). Thèse Mag., I.G.A.T., Univ. Oran, 268 p + annexes.
- Bouazza M., Benabadji N. et Hasnaoui O., 2015** - Note sur la typologie des steppes de la région de Tlemcen. Biocenoses : Bulletin d'écologie terrestre, N°1, pp. 36-45.
- Bouazza M., Benabadji N., Loisel R. et Metge G., 2004** - Evolution de la végétation steppique dans le sud-ouest de l'Oranie (Algérie). Ecologia mediterranea, tome 30, fascicule 2, pp. 219-231.
- Bouazza M., 1995** - Etude phyto-écologique de la steppe à *Stipa tenacissima* L. et à *Lygeum spartum* L. au sud de Sebdou ((Oranie-Algérie). Thèse Doct. Es-sciences, Univ. Tlemcen, 133 p + annexes.
- Bouazza M., 1991** - Etude phytoécologique de la steppe à *Stipa tenacissima* au sud de Sebdou (Oranie, Algérie) .Thèse Doct .Sciences et Technique, St Jérôme, Aix Marseille III, 119 p + annexes.
- Bouchtata T. et Bouchtata A., 2005** - Dégradation des écosystèmes steppiques et stratégie de développement durable. Mise au point méthodologique appliqué à la wilaya de Naâma (Algérie). Revue Développement durable et territoire. <http://developpementdurable.revues.org/1339>.
- Bouderbala N., Chiche J. et El Aich A., 1992** - « La terre collective du Maroc » In Roose et *al.*, 2010.
- Bou Kheir R., Girard M-Cl., Khawlie M. et Abadallah C., 2001** - Erosion hydrique des sols dans les milieux méditerranéens: une revue bibliographique. Revue Etude et Gestion des Sols, Vol. 8,4, pp 231-245.
- Brien E. et Norton B., 1996** - Analyse quantitative de la végétation steppique au Maroc oriental. Rapport de l'encadrement en matière d'écologie pastorale, 58 p.
- CFS, 2014** - Rapport sur la zone steppique de la wilaya de Tlemcen : Problématique, états des lieux, interventions. 48 p.
- Chebbani R., Djilli K. et Roose E., 1999** - Etude à différentes échelles des risques d'érosion dans le bassin versant de l'Isser. Bull. Réseau – Erosion n°17, Ed. IRD (ex. Orstom), Montpellier, pp 85 - 95.
- Daget Ph. et Poissonet P., 1991** - Prairies permanentes et pâturages : Méthodes d'étude. Institut de Botanique, Montpellier, 331 p.
- Daget Ph. et Poissonet P., 1971** - Une méthode d'analyse phytoécologique des prairies, critères d'applications. Ann. Agro., 22 (1), pp 5 - 41.
- Daget Ph. et Poissonet P., 1969** - Analyse phytoécologique des prairies, applications agronomique. CNRS/CEPE, 120 p + Annexes.
- Daget Ph. et Poissonet P., 1964** - Quelques remarques sur l'étude des formations herbacées pastorales et sur l'expression des résultats. CNRS/CEPE, pp 50-56.
- Debrach J., 1959** - Notes sur les climats du Maroc occidental, Maroc méridional, 32,342, pp 1122 - 1134.
- Djebaili S., 1984** - Steppe Algérienne, phytosociologie et écologie. Ed. O.P.U. Alger, 177 p.
- Doumergue G., 1910** - Carte géologique détaillée de l'Algérie au 1/50.000. Feuille de Terni n°300.
- Ennebati M.- A., 2015** - Potentialités hydrologiques de l'écosystème steppique de Tlemcen et intégration des données dans un système à référence spatiale. Mém. Mag., Univ. Tlemcen, 116 p.
- Godron M., 1984** - Abrégé d'écologie de la végétation terrestre. Ed. Masson, Paris, 196 p.

- Guardia P., 1975** - Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie Nord-Occidentale : relations structurales et paléogéographiques entre le Rif externe, le Tell et l'avant-pays atlasique. Thèse Doc., Univ. Nice, 289 p + Carte h.t.
- Guennou S., 2014** - Contribution à une étude dynamique de *Stipa tenacissima* L dans le Sud-Ouest de la région de Tlemcen. Mém. Mag., Univ. Tlemcen, 158 p + annexes.
- Hachemi A., El Alaoui Faris F.-E., Acherkouk M. et Mahyou H., 2015** - Parcours arides du Maroc : restauration par mise en repos, plantations pastorales et conservation de l'eau et du sol. Revue Géo-Eco-Trop., 39,2, pp 185-204.
- Haddouche D., 2017** - Cartographie pédopaysagique de synthèse par télédétection. Editions universitaires européennes, 76 p.
- Haddouche D. et Saidi S., 2014** - Plan et options de gestion de la ressource pastorale : Cas de la région de Mécheria (Algérie). Journal of Remote Sensing and GIS, Vol. 2, Issue 1, pp. 62-69.
- Haddouche D., 2009** - La télédétection et la dynamique des paysages en milieu aride et semi-aride en Algérie : cas de la région de Naâma. Thèse Doct., Univ. Tlemcen, 211 p + annexes.
- Haddouche D., Toutain B., Saidi S. et Mederbal K., 2008** - Comment concilier développement des populations steppiques et lutte contre la désertification? Cas de la wilaya de Nâama (Algérie). Revue New Medit CIHEAM IAM-Bari "Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment", Vol. VII, N° 3, pp. 25 - 31.
- Haddouche D., 1998** - Cartographie pédopaysagique de synthèse par télédétection (image Landsat TM) : Cas de la région de Ghassoul (El Bayadh). Mém. Mag., I.N.A., Alger, 143 p.
- Kirmse R.-D. et Norton B., 1985** - Comparison of the reference unit method and dimensional analysis for two large shrubby species in Caatinga woodlands. Range Manage, 38, pp 425-428.
- Le Houérou H.-N., 1985** : La régénération des steppes algériennes. Rapport de mission de consultation et d'évaluation. Ministère de l'agriculture, Alger, 44 p.
- Le Houérou H.-N., Claudin J., Pouget M., 1977** : Etude bioclimatique des steppes algériennes (Avec une carte bioclimatique à 1/1.000.000ème). Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord, Alger 68, pp 33-74.
- Le Houérou H.-N., 1971**. Les bases écologiques de la production pastorale et fourragère en Algérie. F.A.O. Div., prod. prot. pltes, 60 p.
- MATE et GTZ, 2000** - Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement. 118 p.
- Merzouk A., 1994** - Etude cartographique de la sensibilité à la désertification : bilan de la dynamique des sables et dynamogénèse de la végétation steppique (Alfa) dans le Sud-Ouest Oranais. Thèse Magi. Biologie et Ecologie végétale. Instit. Biol, Univ. Tlemcen, 149 p.
- Mjahdi R., 2011** - Etude du processus du rajeunissement des Sols steppiques de l'Ouest Algérien. Mém. Mag., Univ. Tlemcen, 90 p.
- Ozenda P., 1964** - Biogéographie végétale. Ed. Doni, Paris, 374 p.
- PAP/CAR., 1998** - Directives pour la cartographie et la mesure des processus d'érosion hydrique dans les zones côtières méditerranéennes. PAP-8/PP/GL.1. Split, Centre d'activités régionales pour le Programme d'actions prioritaires (PAM/PNUJ), en collaboration avec la FAO, pp. xii + 72.
- PDAU, 2014** - Rapport final de la révision du PDAU des communes de Sidi Djilali, d'El Aricha, d'El Bouihi et d'El Gor.

Pouget M., 1980 - Les relations sol végétation dans les steppes Sud Algéroise. Thèse Doct., Univ. Marseille III, 555 p.

Rankiaer C., 1904 - Biological types with reference to the adaptation of plants to survive the unfavourable season. In Raunkiaer, 1934 : 1-2

Rankiaer C., 1907 - The life from of plants and their bearing on geography, Clarendon. Press, Oxford (1934).

REY F., 2001 - Influence de la distribution spatiale de la végétation sur la production sédimentaire de ravines marneuses dans les Alpes du Sud. Thèse Doc., Univ. Joseph Fourier, Grenoble.

Roose E., Sabir M. et Laouina A., 2010 - Gestion durable de l'eau et des sols au Maroc : valorisation des techniques traditionnelles méditerranéennes. Ed. IRD, Marseille, 343 p.

Roose E., Chebbani R., Bourougaa L., 2000 - Ravinement en Algérie : Typologie, facteurs de contrôle, quantification et réhabilitation. Bull. Réseau Erosion n° 19, Ed. IRD (ex. Orstom), Montpellier, pp 122 – 136.

Roose E., Arabi M., Brahamia K., Chebbani R., Mazour M. et Morsli B., 1993 - Erosion en nappe et ruissellement en montagne méditerranéenne algérienne. Réduction des risques érosifs et intensification sur la production agricole par la GCES : synthèse des campagnes 1984-1995 sur un réseau de 50 parcelles d'érosion. Cahiers ORSTOM, série pédologie, 28(2), pp. 289-308.

Roose E., 1981 - Dynamique actuelle de sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique occidentale. Travaux et documents de l'ORSTOM, Paris, 130, 570 p.

ROSELT/OSS, 1998 - Guide méthodologique pour l'étude et le suivi de la flore et de la végétation. Collection ROSELT/OSS, Contribution Technique n°1, 167 p.

Seltzer P., 1946 - Le climat de l'Algérie. Inst. Meteo. et de phys. du globe, Univ. Alger, 219 p.

Toukoub A., 2016 - Etude de la sensibilité à la dégradation du sol dans l'écosystème steppique de la wilaya de Tlemcen et possibilités d'une gestion durable. Mém. Mag., Univ. Tlemcen, 120 p + annexes.

UNEP, 1994 - United Nations conservation to combat desertification. Geneva : United Nations environmental Program.

Zatout F., 2014 - Les aménagements steppiques et la lutte contre la désertification dans la wilaya de Tlemcen. Mém. Master, Dép. Scien. Agro. et Forest., Univ. Tlemcen, 73 p.

Zatout F., 2011 – Cartographie pédopsyagique de synthèse par télédétection : cas de l'écosystème steppique au sud de la wilaya de Tlemcen. Mém. Ing., Dép. Scien. Agro. et Forest., Univ. Tlemcen, 75 p.

Zékri N., Haddouche D. et Khalid F., 2014 - L'écosystème steppique de la wilaya de Tlemcen (Nord-Ouest Algérien) et les facteurs contribuant à sa sensibilité à la désertification. International Journal for Environment and Global Climate Change, Vol 2, Issue 3, pp101-108.

Zékri N., 2013 - Influence de l'érosion hydrique sur les ressources en eau et en sol dans le bassin versant de la Tafna (wilaya de Tlemcen). The International journal of the Environment and Water, vol.2, issue 5, pp 68-71. Lien web: <http://www.ijew.ewdr.org>

Zékri N., 2003 - Analyse du facteur d'agressivité climatique et son influence sur l'érosion et le ruissellement dans le bassin versant de la Tafna (Nord Ouest Algérien). Mém. Magi, Dép. Forest., 101 p.

Zenouche S., 2015 - Espace écologique et évolution diachronique des changements spatiaux dans l'écosystème steppique de Tlemcen. Mém. Mag., Univ. Tlemcen, 115 p.

Annexes

REPARTITION DES TERRES PAR COMMUNES AU 31/12/2010

WILAYA: TLEMCCEN

COMMUNES	S. A. T.	SUPERFICIE AGRICOLE UTILE(S.A.U.)					AUTRES TERRES UTILISEES PAR L'AGRICULTURE.	
		TOTAL	D	O	N	T	PACCAGES PARCOURS	TERRES IMPRODUCT.
			IRRIGUEE	TERRES LABOUR.	CULTURES PERMAN.	CULTURES S/SERRES		
S./ DJILLALI	41300	10000	0	9946	54	0	31000	300
BOUIHI	44100	19500	0	19373	127	0	24400	200
EI-ARICHA	25000	15700	0	15668	32	0	9000	300
EI-GOR	46000	17000	0	16970	30	0	28965	35
SEBDOU	17803	9451	429	8950	501	0	8152	200
TOTAL WILAYA	174203	71651	429	70907	744	0,00	101517	1035

REPARTITION DES TERRES PAR COMMUNES AU 31/12/2011

WILAYA: TLEMCCEN

COMMUNES	S. A. T.	SUPERFICIE AGRICOLE UTILE(S.A.U.)					AUTRES TERRES UTILISEES PAR L'AGRICULTURE.	
		TOTAL	D	O	N	T	PACCAGES PARCOURS	TERRES IMPRODUCT.
			IRRIGUEE	TERRES LABOUR.	CULTURES PERMAN.	CULTURES S/SERRES		
S./ DJILLALI	41300	10000	0	9939	61	0	31000	300
BOUIHI	44100	19500	0	19359	141	0	24400	200
EI-ARICHA	25000	15700	0	15668	32	0	9000	300
EI-GOR	46000	17000	0	16970	30	0	28965	35
SEBDOU	17766	9434	379	8653	781	0	8152	200
TOTAL WILAYA	174186	71634	379	70589	1045	0,00	101517	1035

REPARTITION DES TERRES PAR COMMUNES AU 31/12/2012

WILAYA: TLEMCCEN

COMMUNES	S. A. T.	SUPERFICIE AGRICOLE UTILE(S.A.U.)					AUTRES TERRES UTILISEES PAR L'AGRICULTURE.	
		TOTAL	D	O	N	T	PACCAGES PARCOURS	TERRES IMPRODUCT.
			IRRIGUEE	TERRES LABOUR.	CULTURES PERMAN.	CULTURES S/SERRES		
S./ DJILLALI	41300	10000	0	9914	86	0	31000	300
BOUIHI	44100	19500	0	19352	148	0	24400	200
EI-ARICHA	25000	15700	10	15665	35	0	9000	300
EI-GOR	46000	17000	9	16967	33	0	28965	35
SEBDOU	17766	9414	413	8586	828	0	8152	200
TOTAL WILAYA	174166	71614	432	70484	1130	0,00	101517	1035

REPARTITION DES TERRES PAR COMMUNES AU 31/12/2013

WILAYA: TLEMCCEN

COMMUNES	S. A. T.	SUPERFICIE AGRICOLE UTILE(S.A.U.)					AUTRES TERRES UTILISEES PAR L'AGRICULTURE.	
		TOTAL	D	O	N	T	PACCAGES PARCOURS	TERRES IMPRODUCT.
			IRRIGUEE	TERRES LABOUR.	CULTURES PERMAN.	CULTURES S/SERRES		
S./ DJILLALI	41300	10000	99	9887	113	0	31000	300
BOUIHI	44100	19500	211	19291	209	0	24400	200
EI-ARICHA	25000	15700	46	15665	35	0	9000	300
EI-GOR	46000	17000	44	16965	35	0	28965	35
SEBDOU	17766	9414	366	8590	824	0	8152	200
TOTAL WILAYA	174166	71614	766	70398	1216	0,00	101517	1035

REPARTITION DES TERRES PAR COMMUNES AU 31/12/2014

WILAYA: TLEMCCEN

COMMUNES	S. A. T.	SUPERFICIE AGRICOLE UTILE(S.A.U.)					AUTRES TERRES UTILISEES PAR L'AGRICULTURE.	
		TOTAL	D	O	N	T	PACCAGES PARCOURS	TERRES IMPRODUCT.
			IRRIGUEE	TERRES LABOUR.	CULTURES PERMAN.	CULTURES S/SERRES		
S./ DJILLALI	41300	10000	98	9880	120	0	31000	300
BOUIHI	44100	19500	209	19292	208	0	24400	200
EI-ARICHA	25000	15700	45	15665	35	0	9000	300
EI-GOR	46000	17000	41	16961	39	0	28965	35
SEBDOU	17758	9406	369	8503	903	0	8152	200
TOTAL WILAYA	174158	71606	762	70301	1305	0,00	101517	1035

Source : (DSA, 2016)

WILAYA: TLEMCCEN

**PRODUCTIONS VEGETALES (CULTURES HERBACEES)
CAMPAGNE 2009 / 2010**

COMMUNES	CEREALES		FOURRAGES ARTIFICIELS		LEGUMES SECS		CULTURES MARAICHIERES	
	Sup.(Ha) ensemencée	Prod.(Qx)	Sup.(Ha)	Prod.(Qx)	Sup.(Ha)	Prod.(Qx)	Sup.(Ha) Réelle	Prod.(Qx)
S./ DJILLALI	6150	41800	20	300	0	0	1	100
BOUIHI	7850	51400	20	750	0	0	2	200
EI-ARICHA	6950	52800	10	150	0	0	0	0
EI-GOR	9250	65200	50	300	0	0	2	200
SEBDOU	4660	40900	300	4500	20	100	262	47280
TOTAL WILAYA	34860	252100	400	6000	20	100	267	47780

WILAYA: TLEMCCEN

**PRODUCTIONS VEGETALES (CULTURES HERBACEES)
CAMPAGNE 2010 / 2011**

COMMUNES	CEREALES		FOURRAGES ARTIFICIELS		LEGUMES SECS		CULTURES MARAICHIERES	
	Sup.(Ha) ensemencée	Prod.(Qx)	Sup.(Ha)	Prod.(Qx)	Sup.(Ha)	Prod.(Qx)	Sup.(Ha) Réelle	Prod.(Qx)
S./ DJILLALI	6750	980	20	100	0	0	1	100
BOUIHI	7650	1600	20	100	0	0	1	100
EI-ARICHA	7950	0	10	50	0	0	0	0
EI-GOR	9650	6340	50	250	0	0	1	100
SEBDOU	5400	4190	200	2000	10	50	184	33795
TOTAL WILAYA	37400	13110	300	2500	10	50	187	34095

WILAYA: TLEMCCEN

**PRODUCTIONS VEGETALES (CULTURES HERBACEES)
CAMPAGNE 2011 / 2012**

COMMUNES	CEREALES		FOURRAGES ARTIFICIELS		LEGUMES SECS		CULTURES MARAICHIERES	
	Superficie Moissonnée	Prod.(Qx)	Sup.(Ha)	Prod.(Qx)	Sup.(Ha)	Prod.(Qx)	Sup.(Ha) Réelle	Prod.(Qx)
S./ DJILLALI	1770	8850	0	0	0	0	0	0
BOUIHI	2040	10200	0	0	0	0	0	0
EI-ARICHA	2760	11080	0	0	0	0	0	0
EI-GOR	6850	40950	0	0	0	0	9	1190
SEBDOU	5200	38630	200	3000	5	15	220	55470
TOTAL WILAYA	18620	109710	200	3000	5	15	229	56660

WILAYA: TLEMCCEN

**PRODUCTIONS VEGETALES (CULTURES HERBACEES)
CAMPAGNE 2012 / 2013**

COMMUNES	CEREALES		FOURRAGES ARTIFICIELS		LEGUMES SECS		CULTURES MARAICHIERES	
	Superficie Moissonnée	Prod.(Qx)	Sup.(Ha)	Prod.(Qx)	Sup.(Ha)	Prod.(Qx)	Sup.(Ha) Réelle	Prod.(Qx)
S./ DJILLALI	6950	96190	20	800	0	0	15	2640
BOUIHI	8200	111400	50	1500	0	0	6	960
EI-ARICHA	10000	136200	10	3300	0	0	15	2640
EI-GOR	11000	150900	100	4000	0	0	5	770
SEBDOU	4200	53140	400	18080	10	100	226	45480
TOTAL WILAYA	40350	547830	580	27680	10	100	267	52490

WILAYA: TLEMCCEN

**PRODUCTIONS VEGETALES (CULTURES HERBACEES)
CAMPAGNE 2013 / 2014**

COMMUNES	CEREALES		FOURRAGES ARTIFICIELS		LEGUMES SECS		CULTURES MARAICHIERES	
	Superficie ensemencée	Prod.(Qx)	Sup.(Ha)	Prod.(Qx)	Sup.(Ha)	Prod.(Qx)	Sup.(Ha) Réelle	Prod.(Qx)
S./ DJILLALI	7000	20190	20	800	0	0	6	710
BOUIHI	6700	17720	50	2000	0	0	5	180
EI-ARICHA	9000	31790	10	400	0	0	0	0
EI-GOR	8850	11250	100	4000	0	0	34	5400
SEBDOU	4200	15060	200	7000	10	40	110	26690
TOTAL WILAYA	35750	96010	380	14200	10	40	155	32980

Source : (DSA, 2016)

WILAYA: TLEMCCEN

EFFECTIF DU CHEPTEL PAR COMMUNE
Campagne 2009/ 2010

COMMUNES	Ovins (Têtes)	Bovins (Têtes)	Vaches Laitière	Caprins (Têtes)	Poules Pondeuses	Poulets de chaires	Dinde
S./ DJILLALI	27960	755	400	2005	0	0	0
BOUIHI	19600	607	382	1600	0	0	0
EI-ARICHA	31500	1095	515	1040	0	0	0
EI-GOR	24600	1160	650	1420	0	2 000	0
SEBDOU	18000	1175	630	1690	3 200	70 500	0
TOTAL WILAYA	121660	4792	2577	7755	3200	72500	0

WILAYA: TLEMCCEN

EFFECTIF DU CHEPTEL PAR COMMUNE
Campagne 2010/ 2011

COMMUNES	Ovins (Têtes)	Bovins (Têtes)	Vaches Laitière	Caprins (Têtes)	Poules Pondeuses	Poulets de chaires	Dinde
S./ DJILLALI	19550	630	350	1860	0	0	0
BOUIHI	16400	570	340	1670	0	0	0
EI-ARICHA	72400	980	465	1000	0	0	0
EI-GOR	21300	1250	720	1850	0	0	0
SEBDOU	20350	1180	600	1410	0	120 500	0
TOTAL WILAYA	150000	4610	2475	7790	0	120500	0

WILAYA: TLEMCCEN

EFFECTIF DU CHEPTEL PAR COMMUNE
Campagne 2011/ 2012

COMMUNES	Ovins (Têtes)	Bovins (Têtes)	Vaches Laitière	Caprins (Têtes)	Poules Pondeuses	Poulets de chaires	Dinde
S./ DJILLALI	21950	620	330	1720	0	0	0
BOUIHI	20650	695	350	2210	0	0	0
EI-ARICHA	61400	880	480	1160	0	0	0
EI-GOR	26300	1185	650	1390	0	0	0
SEBDOU	22650	1420	773	1890	0	142 200	0
TOTAL WILAYA	152950	4800	2583	8370	0	142200	0

WILAYA: TLEMCCEN

EFFECTIF DU CHEPTEL PAR COMMUNE
Campagne 2012/ 2013

COMMUNES	Ovins (Têtes)	Bovins (Têtes)	Vaches Laitière	Caprins (Têtes)	Poules Pondeuses	Poulets de chaire	Dinde
S./ DJILLALI	34280	870	355	1700	0	0	0
BOUIHI	53330	465	234	840	0	0	0
EI-ARICHA	38610	1130	577	1360	0	0	0
EI-GOR	33770	1335	830	1620	0	0	0
SEBDOU	20100	1920	925	1360	0	140 100	0
TOTAL WILAYA	180090	5720	2921	6880	0	140100	0

WILAYA: TLEMCCEN

EFFECTIF DU CHEPTEL PAR COMMUNE
Campagne 2013/ 2014

COMMUNES	Ovins (Têtes)	Bovins (Têtes)	Vaches Laitière	Caprins (Têtes)	Poules Pondeuses	Poulets de chaire	Dinde
S./ DJILLALI	32010	705	380	2230	0	0	0
BOUIHI	49480	1360	910	1660	0	0	0
EI-ARICHA	43300	2612	1590	1750	0	2000	0
EI-GOR	32400	3280	2430	1620	0	0	0
SEBDOU	25480	1800	1040	990	0	850000	0
TOTAL WILAYA	182670	9757	6350	8250	0	852000	0

Source : (DSA, 2016)

WILAYA: TLEMCCEN

EFFECTIF DU CHEPTEL PAR COMMUNE
Campagne 2009/ 2010

COMMUNES	Ovins (Têtes)	Bovins (Têtes)	Vaches Laitière	Caprins (Têtes)	Poules Pondeuses	Poulets de chaires	Dinde
S./ DJILLALI	27960	755	400	2005	0	0	0
BOUIHI	19600	607	382	1600	0	0	0
EI-ARICHA	31500	1095	515	1040	0	0	0
EI-GOR	24600	1160	650	1420	0	2 000	0
SEBDOU	18000	1175	630	1690	3 200	70 500	0
TOTAL WILAYA	121660	4792	2577	7755	3200	72500	0

WILAYA: TLEMCCEN

EFFECTIF DU CHEPTEL PAR COMMUNE
Campagne 2010/ 2011

COMMUNES	Ovins (Têtes)	Bovins (Têtes)	Vaches Laitière	Caprins (Têtes)	Poules Pondeuses	Poulets de chaires	Dinde
S./ DJILLALI	19550	630	350	1860	0	0	0
BOUIHI	16400	570	340	1670	0	0	0
EI-ARICHA	72400	980	465	1000	0	0	0
EI-GOR	21300	1250	720	1850	0	0	0
SEBDOU	20350	1180	600	1410	0	120 500	0
TOTAL WILAYA	150000	4610	2475	7790	0	120500	0

WILAYA: TLEMCCEN

EFFECTIF DU CHEPTEL PAR COMMUNE
Campagne 2011/ 2012

COMMUNES	Ovins (Têtes)	Bovins (Têtes)	Vaches Laitière	Caprins (Têtes)	Poules Pondeuses	Poulets de chaires	Dinde
S./ DJILLALI	21950	620	330	1720	0	0	0
BOUIHI	20650	695	350	2210	0	0	0
EI-ARICHA	61400	880	480	1160	0	0	0
EI-GOR	26300	1185	650	1390	0	0	0
SEBDOU	22650	1420	773	1890	0	142 200	0
TOTAL WILAYA	152950	4800	2583	8370	0	142200	0

WILAYA: TLEMCCEN

EFFECTIF DU CHEPTEL PAR COMMUNE
Campagne 2012/ 2013

COMMUNES	Ovins (Têtes)	Bovins (Têtes)	Vaches Laitière	Caprins (Têtes)	Poules Pondeuses	Poulets de chaire	Dinde
S./ DJILLALI	34280	870	355	1700	0	0	0
BOUIHI	53330	465	234	840	0	0	0
EI-ARICHA	38610	1130	577	1360	0	0	0
EI-GOR	33770	1335	830	1620	0	0	0
SEBDOU	20100	1920	925	1360	0	140 100	0
TOTAL WILAYA	180090	5720	2921	6880	0	140100	0

WILAYA: TLEMCCEN

EFFECTIF DU CHEPTEL PAR COMMUNE
Campagne 2013/ 2014

COMMUNES	Ovins (Têtes)	Bovins (Têtes)	Vaches Laitière	Caprins (Têtes)	Poules Pondeuses	Poulets de chaire	Dinde
S./ DJILLALI	32010	705	380	2230	0	0	0
BOUIHI	49480	1360	910	1660	0	0	0
EI-ARICHA	43300	2612	1590	1750	0	2000	0
EI-GOR	32400	3280	2430	1620	0	0	0
SEBDOU	25480	1800	1040	990	0	850000	0
TOTAL WILAYA	182670	9757	6350	8250	0	852000	0

Source : (DSA, 2016)

REPARTITION DES TERRES PAR COMMUNES AU 31/12/2015

WILAYA: TLEMCCEN

COMMUNES	S. A. T.	SUPERFICIE AGRICOLE UTILE(S.A.U.)					AUTRES TERRES UTILISEES PAR L'AGRICULTURE.	
		TOTAL	D	O	N	T	PACCAGES PARCOURS	TERRES IMPRODUCT.
			IRRIGUEE	TERRES LABOUR.	CULTURES PERMAN.	CULTURES S/SERRES		
EI-GOR	46000	17000	102	16856	144	0	28965	35
EI-ARICHA	25000	15700	51	15598	102	0	9000	300
SEBDOU	17758	9406	442	8086	1320	0	8152	200
S./DJILLALI	41300	10000	133	9746	254	0	31000	300
BOUIHI	44100	19500	278	19185	315	0	24400	200
TOTAL WILAYA	174158	71606	1006	69471	2135	0,00	101517	1035

WILAYA: TLEMCCEN

PRODUCTIONS VEGETALES (CULTURES HERBACEES)
CAMPAGNE 2014 / 2015

COMMUNES	CEREALES		FOURRAGES ARTIFICIELS		LEGUMES SECS		CULTURES MARAICHERES	
	Superficie ensemencée	Prod.(Qx)	Sup.(Ha)	Prod.(Qx)	Sup.(Ha)	Prod.(Qx)	Sup.(Ha) Réelle	Prod.(Qx)
EI-GOR	10100	114350	100	3600	0	0	1	80
EI-ARICHA	9650	110300	120	4320	0	0	0	0
SEBDOU	4860	44620	250	9000	10	130	127	32440
S./DJILLALI	7415	86030	100	3600	0	0	0	0
BOUIHI	7250	85000	130	4680	0	0	6	600
TOTAL WILAYA	39275	441200	700	25200	10	130	134	33120

WILAYA: TLEMCCEN

PRODUCTIONS VEGETALES (CULTURES PERENNES)
CAMPAGNE 2014/2015

COMMUNES	Viticulture		Agrumes		Oliviers			Arb. Fruitières diverses		Figuiers	
	Sup (Ha)	Prod. (Qx)	Sup. Compl (Ha)	Prod (Qx)	Sup. (Ha)	Nbre total Oliviers Cultivés	Prod (Qx)	Sup (Ha) Compl	Prod (Qx)	Sup (Ha)	Prod. (Qx)
EI-GOR	0	0	0	0	70	3200	456	74	1140	0	0
EI-ARICHA	0	0	0	0	20	1800	228	82	1860	0	0
SEBDOU	0	0	0	0	704	93030	11660	616	18730	0	30
S./DJILLALI	0	0	0	0	107	12000	1025	147	3930	0	0
BOUIHI	0	0	0	0	199	53600	3410	116	6280	0	0
TOTAL WILAYA	0	0	0	0	1100	163630	16779	1035	31940	0	30

Source : (DSA, 2016)

WILAYA: TLEMCEM

EFFECTIF DU CHEPTEL PAR COMMUNE
Campagne 2014/ 2015

COMMUNES	Ovins (Têtes)	Bovins (Têtes)	Vaches Laitière	Caprins (Têtes)	Poules Pondeuses	Poulets de chaire
EI-GOR	79910	3343	2630	1480	0	1500
EI-ARICHA	105430	1355	1135	1480	0	0
SEBDOU	29230	1800	1110	980	0	171450
S / DJILLALI	86910	750	427	2415	0	0
BOUIHI	99130	1290	900	1660	0	0
TOTAL WILAYA	400610	8538	6202	8015	0	172950

Source : (DSA, 2016)

DIRECTION DE L'AGRICULTURE
DE LA WILAYA DE TLEMEN
SERVICE DES STATISTIQUES ET
DES ENQUETES ECONOMIQUES

REPUBLIQUE ALGERIENNE
DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE.

ESPECE BOVINE

WILAYA de : TLEMEN

CAMPAGNE 2014/2015

COMMUNES OU DAIRA	SECTEUR	ESPECE BOVINE									
		VACHES LAITIERES		Genisses		Nombre		Taurillons (12 à 18 mois)	Veaux -12 mois	Velles -12 mois	TOTAL Cheptel bovin 9 = 3+(4 à 8)
		B.L.M.	B.L.A.+B.L.L.	TOTAL VACHES	3=1+2	4	5				
Colonnnes	SP	280	2350	2630	350	3	110	100	150	3343	
EI-GOR	SP	35	1100	1135	64	30	46	40	40	1355	
SEBDOU	SP	850	260	1110	166	45	180	135	164	1800	
S / DJILLALI	SP	97	330	427	92	40	43	63	85	750	
BOUIHI	SP	100	800	900	139	20	80	60	91	1290	
TOTAL GENERAL	.	1362	4840	6202	811	138	459	398	530	8538	

DIRECTION DE L'AGRICULTURE
DE LA WILAYA DE TLEMEN
SERVICE DES STATISTIQUES ET
DES ENQUETES ECONOMIQUES

REPUBLIQUE ALGERIENNE
DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

ANIMAUX D'ELEVAGE (Espèce ovine)

Espèce Ovine

WILAYA de : TLEMEN

CAMPAGNE 2014/2015

COMMUNES OU DAIRA	SECTEUR	Espèce Ovine									
		Brebis		Belières		Antenaises		Antenais		Nombre	
Colonnnes		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EI-GOR	SP	75000	1600	900	900	1400	110	110	79910		
EI-ARICHA	SP	89000	300	5000	4600	3500	3030	850	105430		
SEBDOU	SP	25000	420	1100	620	1240	850	1350	29230		
S / DJILLALI	SP	80000	2100	1200	1140	1120	2900	2900	86910		
BOUIHI	SP	85000	2600	2000	3430	3200	8240	2900	99130		
TOTAL GENERAL	.	354000	7020	10200	10690	10460	8240	400610			

Source : (DSA, 2016)

DIRECTION DE L'AGRICULTURE
DE LA WILAYA DE TLEMCCEN
SERVICE DES STATISTIQUES ET
DES ENQUETES ECONOMIQUES

REPUBLIQUE ALGERIENNE
DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE.

ESPECE BOVINE

WILAYA de : TLEMCCEN

CAMPAGNE 2014/2015

COMMUNES OU DAIRA	SECTEUR	ESPECE BOVINE											
		VACHES LAITIERES		Genisses		Nombre			Veaux		Velles		TOTAL
		B.L.M.	B.L.A +B.L.L.	TOTAL	VACHES	Taureaux Reproducteurs	Taurillons (12 à 18 mois)	Taureaux -12 mois	Taurillons -12 mois	Cheptel bovin 9 = 3+(4 à 8)			
Colonnnes	1	2	3=1+2	4	5	6	7	8	150	3343			
EI-GOR	SP	280	2350	2630	350	3	110	100	40	1355			
EL-ARICHA	SP	35	1100	1135	64	30	46	40	164	1800			
SEBDOU	SP	850	260	1110	166	45	180	135	85	750			
S./DJILLALI	SP	97	330	427	92	40	43	63	60	1290			
BOUJHI	SP	100	800	900	139	20	80	60	398	8538			
TOTAL GENERAL	.	1362	4840	6202	811	138	459	530					

DIRECTION DE L'AGRICULTURE
DE LA WILAYA DE TLEMCCEN
SERVICE DES STATISTIQUES ET
DES ENQUETES ECONOMIQUES

REPUBLIQUE ALGERIENNE
DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

ANIMAUX D'ELEVAGE (Espèce ovine)

Espèce Ovine

WILAYA de : TLEMCCEN

CAMPAGNE 2014/2015

COMMUNES OU DAIRA	SECTEUR	Espèce Ovine													
		Nombre													
		Brebis	Beliers	Antenataises	Antenaïs (6 à 12 mois)	Agneaux -de 6 mois	Agnelles -de 6 mois	TOTAL							
Colonnnes	1	2	3	4	5	6	7=1 à 6	8	9	10	11	12	13	14	15
EI-GOR	SP	75000	1600	900	900	1400	110	79910							
EL-ARICHA	SP	89000	300	5000	4600	3500	3030	105430							
SEBDOU	SP	25000	420	1100	620	1240	850	29230							
S./DJILLALI	SP	80000	2100	1200	1140	1120	1350	86910							
BOUJHI	SP	85000	2500	2000	3430	3200	2900	99130							
TOTAL GENERAL	.	354000	7020	10200	10690	10460	8240	400610							

Source : (DSA, 2016)

REPUBLIQUE ALGERIENNE
 DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE.

ANIMAUX D'ELEVAGE

Espèce caprine

CAMPAGNE 2014/2015

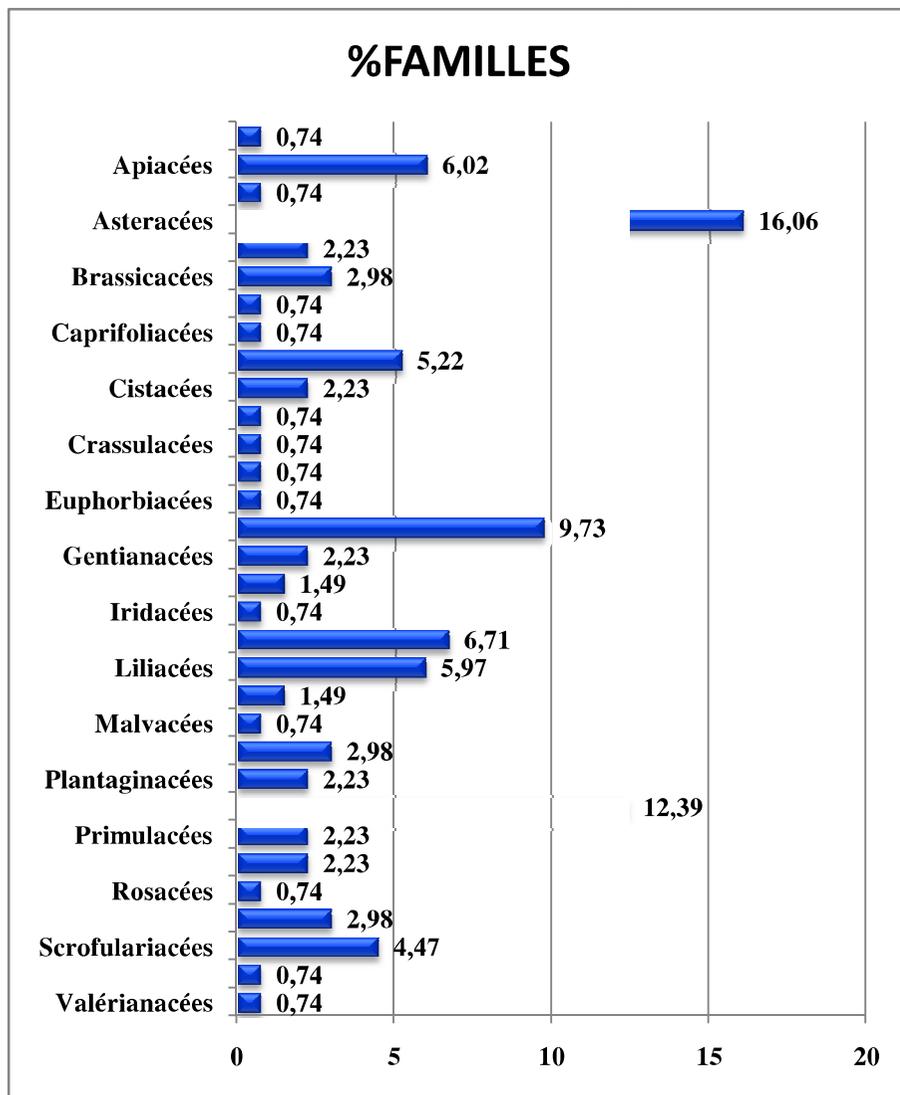
WILAYA de : TLEMCCEN

DIRECTION DE L'AGRICULTURE
 DE LA WILAYA DE TLEMCCEN
 SERVICE DES STATISTIQUES ET
 DES ENQUETES ECONOMIQUES

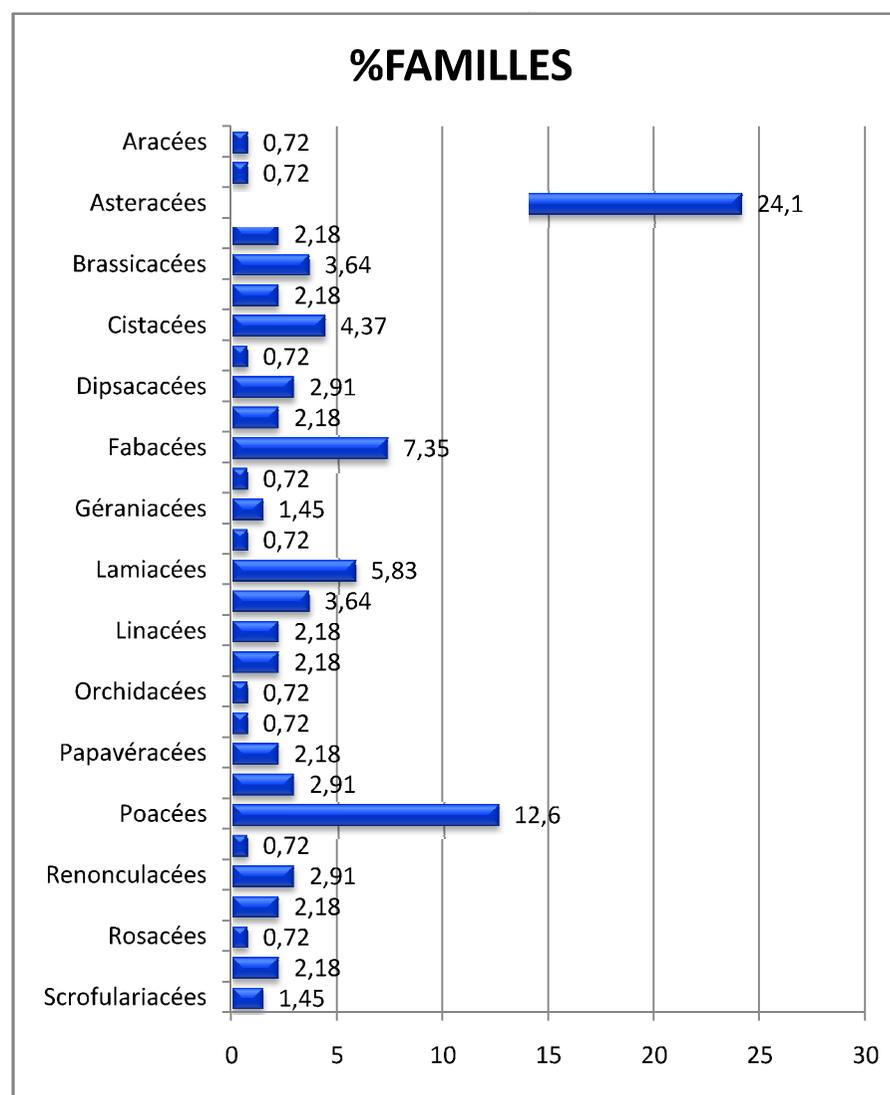
COMMUNES OU DAIRA	SECTEUR	ESPECE CAPRINE					TOTAL
		Chèvres	Boucs	Chevreaux - de 6 mois	Chevrettes - de 6 mois		
		1	2	3	4	5 = 1+2+3+4	
Colomes							
EI-GOR	SP	800	80	280	320		1480
EI-ARICHA	SP	1000	60	200	220		1480
SEBDOU	SP	560	30	190	200		980
S./DJILLALI	SP	1510	90	340	475		2415
BOUIHI	SP	1150	70	210	230		1660
TOTAL GENERAL	.	5020	330	1220	1445		8015

Source :
 (DSA, 2016)

Source : Bekkouche, 2016

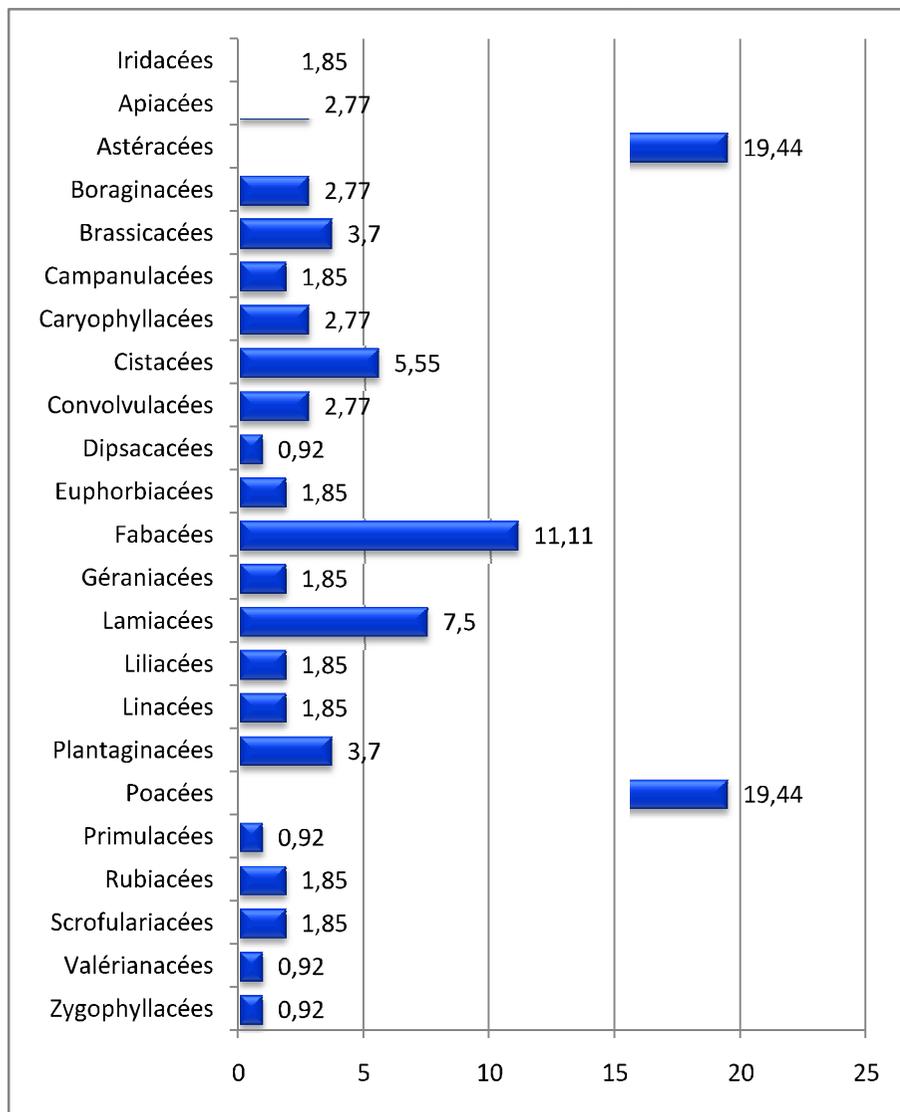


Les familles de la station de Sebdou en pourcentage.

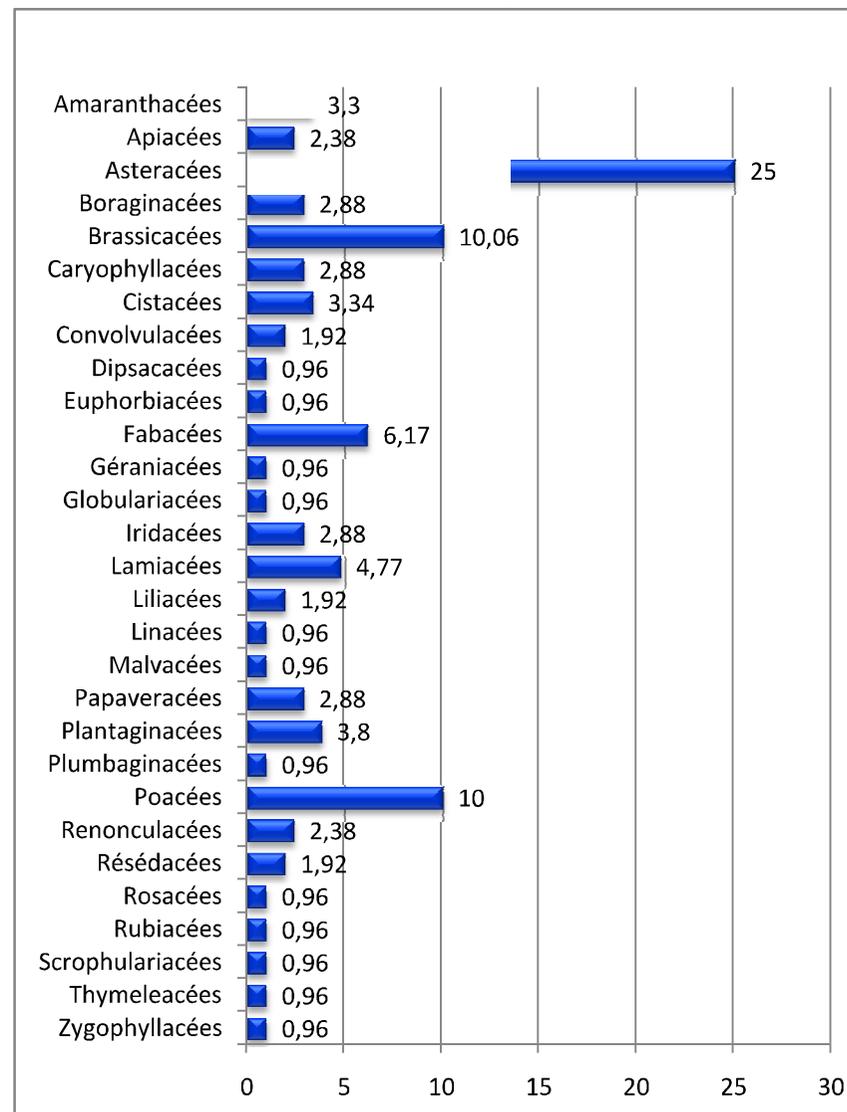


Les familles de la station de Sidi Djilali en pourcentage.

Source : Bekkouche, 2016

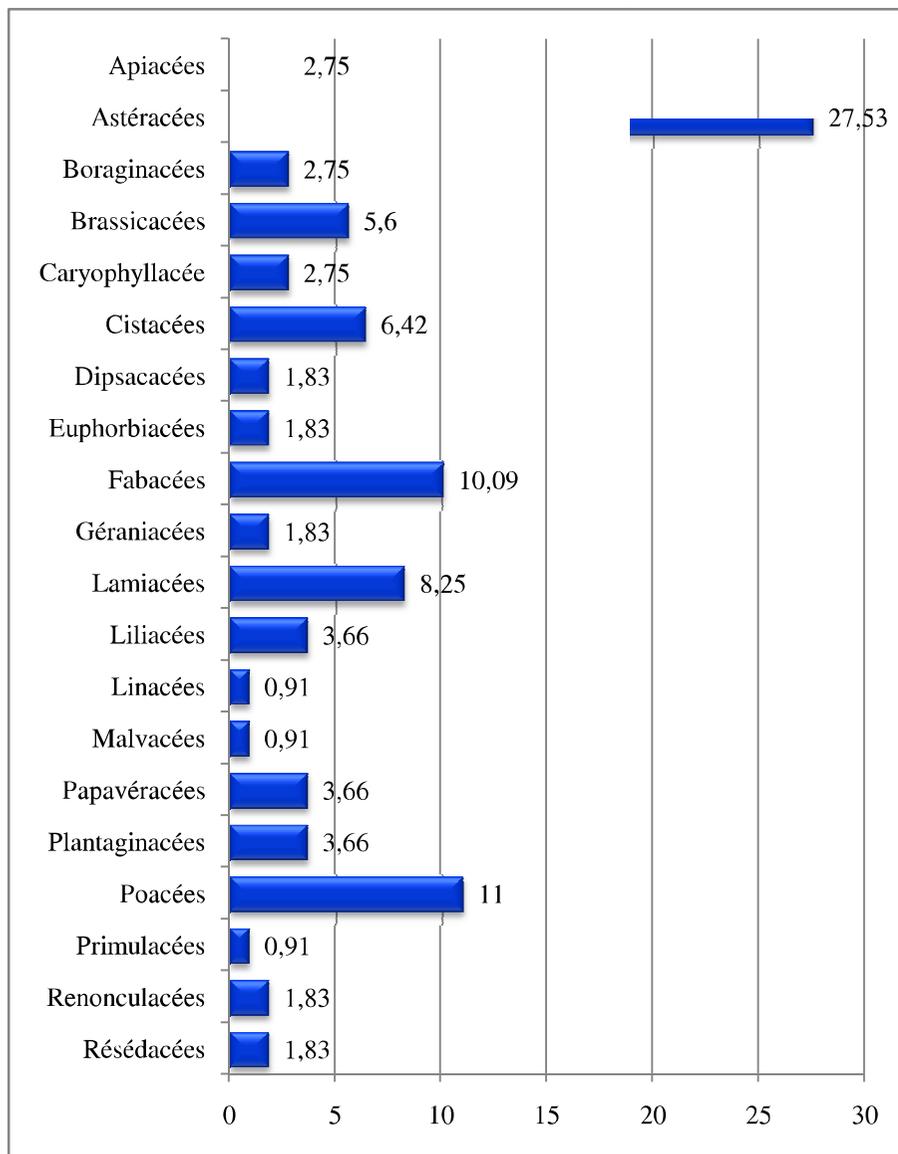


Les familles de la station d'El Bouihi en pourcentage.

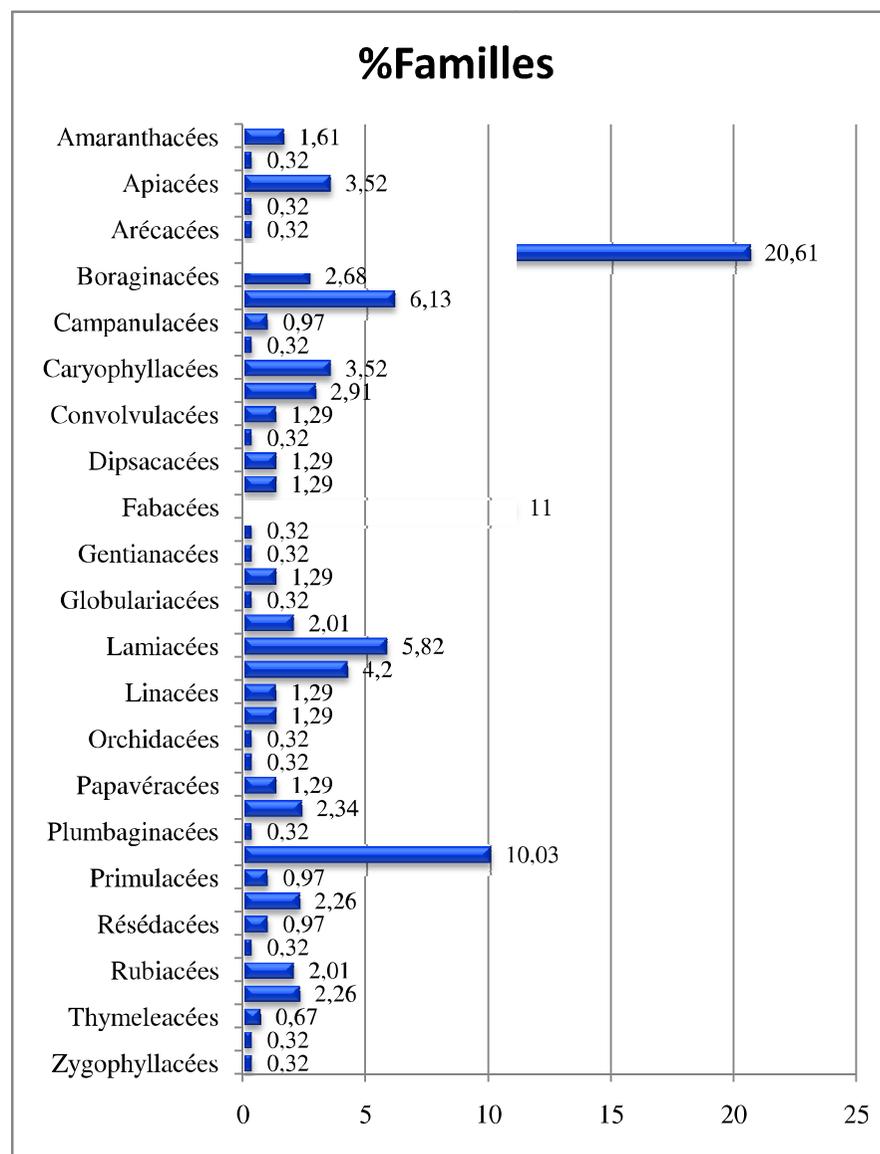


Les familles de la station d'El Aricha en pourcentage.

Source : Bekkouche, 2016



Les familles de la station d'ElGor en pourcentage.



Les familles de toute la zone d'étude en pourcentage.

Précipitations moyennes annuelles et mensuelles de la station d'El Aricha 1987-2016

Année	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	P. Ann (mm)
1987	14,7	24,9	7,3	13,0	4,0	6,2	14,9	2,0	21,6	18,7	22,7	15,4	165,4
1988	20,4	9,2	11,0	13,3	7,2	0,5	0,0	6,0	0,0	21,0	22,5	0,0	111,1
1989	9,9	27,8	17,9	28,6	4,1	39,0	36,3	27,0	5,4	7,3	19,4	4,6	227,3
1990	12,0	0,0	16,4	26,6	17,9	12,5	10,8	23,9	55,1	3,5	3,3	15,9	197,9
1991	7,8	24,1	150,1	35,2	2,3	5,8	10,8	2,6	11,4	24,4	2,6	8,2	285,3
1992	2,8	9,2	22,6	44,4	62,7	13,9	5,4	23,6	2,2	1,9	23,2	6,5	218,4
1993	11,1	18,7	25,2	25,4	12,4	0,0	5,0	23,8	23,0	10,6	53,5	19,5	228,2
1994	22,0	10,8	9,3	24,7	7,8	3,7	1,8	15,6	30,4	13,0	23,2	4,7	167,0
1995	2,5	5,8	53,5	31,8	0,4	3,5	0,8	18,0	12,0	25,9	3,4	4,4	162,0
1996	63,6	43,4	97,6	15,0	23,0	94,1	4,3	0,0	0,0	17,7	2,6	9,4	370,7
1997	24,5	0,0	18,6	40,6	11,4	0,4	0,0	48,9	55,9	28,8	22,5	7,3	258,9
1998	4,4	19,8	6,9	0,8	48,9	4,1	2,1	0,0	0,4	3,1	7,9	15,5	113,9
1999	29,9	20,6	15,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	19,6	20,2	19,5	19,1	144,9
2000	0,0	0,0	0,4	4,5	24,3	0,0	3,3	0,7	8,2	80,9	29,3	19,1	170,7
2001	13,2	4,2	0,0	1,2	1,6	0,0	0,4	4,6	35,5	20,2	25,5	18,8	125,2
2002	0,4	0,0	0,0	49,6	20,4	0,4	1,1	30,3	0,0	25,0	45,9	8,1	181,2
2003	28,2	17,4	13,4	6,2	41,9	10,1	53,8	3,3	6,5	51,6	9,2	21,3	262,9
2004	3,2	10,8	5,2	11,8	58,0	12,2	1,2	17,2	11,5	6,7	10,9	17,0	165,7
2005	6,5	9,8	13,6	0,0	10,8	0,0	0,0	0,0	46,5	34,6	44,1	6,4	172,3
2006	42,8	15,8	4,5	6,1	34,3	24,8	6,6	0,0	30,3	16,6	15,9	22,6	220,3
2007	16,6	16,1	35,7	69,2	1,6	0,0	0,0	0,0	14,4	92,7	17,3	28,0	291,6
2008	22,0	17,6	9,7	6,4	29,0	9,3	7,9	6,2	43,0	88,1	47,5	59,3	346,0
2009	38,0	4,7	10,0	14,0	18,4	6,2	5,3	3,8	20,4	3,8	6,5	22,8	153,9
2010	27,6	12,8	40,8	56,7	18,6	9,8	3,8	34,1	12,6	20,1	3,1	1,9	241,9
2011	6,2	10,5	22,3	19,6	35,2	30,9	12,4	17,8	2,8	45,5	15,7	5,0	223,9
2012	6,9	19,7	23,5	39,3	5,2	0,0	0,0	4,3	0,0	28,8	103,4	4,2	235,3
2013	30,5	59,6	31,5	14,7	17,9	0,0	0,0	0,0	10,5	5,5	10,5	28,9	209,6
2014	40,0	18,4	3,0	0,0	7,4	4,2	0,0	8,1	14,0	8,0	66,0	21,0	190,1
2015	17,0	13,0	5,0	0,0	8,0	6,0	0,0	1,0	18,0	28,0	7,0	16,0	119,0
2016	2,0	16,0	15,0	15,0	15,0	1,0	0,0	2,0					
Moyennes	17,6	15,4	22,8	20,5	18,3	10,0	6,3	10,9					

**Récapitulatif des Projets PPDR et PPLCD 2009-2012 de la région
steppique de la wilaya de Tlemcen
(Circonscription des forêts de Sebdou, 2014)**

Daïra	Commune	Nombre PPDR	Nombre de PPLCD	Année
Sebdou	Sebdou	8	1	2009
Sebdou	El Aricha	0	5	2009
Sebdou	El Gor	2	3	2009
Sidi Djilali	Sidi Djilali	2	4	2009
Sidi Djilali	El Bouihi	2	5	2009
Sebdou	Sebdou	3	1	2010
Sebdou	El Aricha	1	5	2010
Sebdou	El Gor	1	2	2010
Sidi Djilali	Sidi Djilali	1	4	2010
Sidi Djilali	El Bouihi	2	3	2010
Sebdou	Sebdou	1	0	2011
Sebdou	El Aricha	1	1	2011
Sebdou	El Gor	1	1	2011
Sidi Djilali	Sidi Djilali	1	1	2011
Sidi Djilali	El Bouihi	3	1	2011
Sebdou	Sebdou	0	0	2012
Sebdou	El Aricha	0	1	2012
Sebdou	El Gor	1	1	2012
Sidi Djilali	Sidi Djilali	1	1	2012
Sidi Djilali	El Bouihi	0	1	2012
Totale		31	41	

Travaux réalisés par les services des forêts

Sous programmes :

1- Aménagement et réhabilitation des nappes alfatières

Actions	unité	volume
Reboisement	Ha	4555
Mise en défens	Ha	55700
Brise vent	KM	32
Ceinture verte	Ha	50
Bosquet	Ha	28
CES	M³	138154

2- Protection et valorisation des parcours

Actions	unité	volume
Forage	U	53
Ouvrage	U	41
Sources	U	7
Canaux d'irrigation	MI	2000
Seguia	MI	4000
Plantation pastorale	Ha	8651
Ouverture de pistes	Km	52
Aménagement de pistes	Km	239
Energie solaire	U	668
plantation rustique	Ha	1721

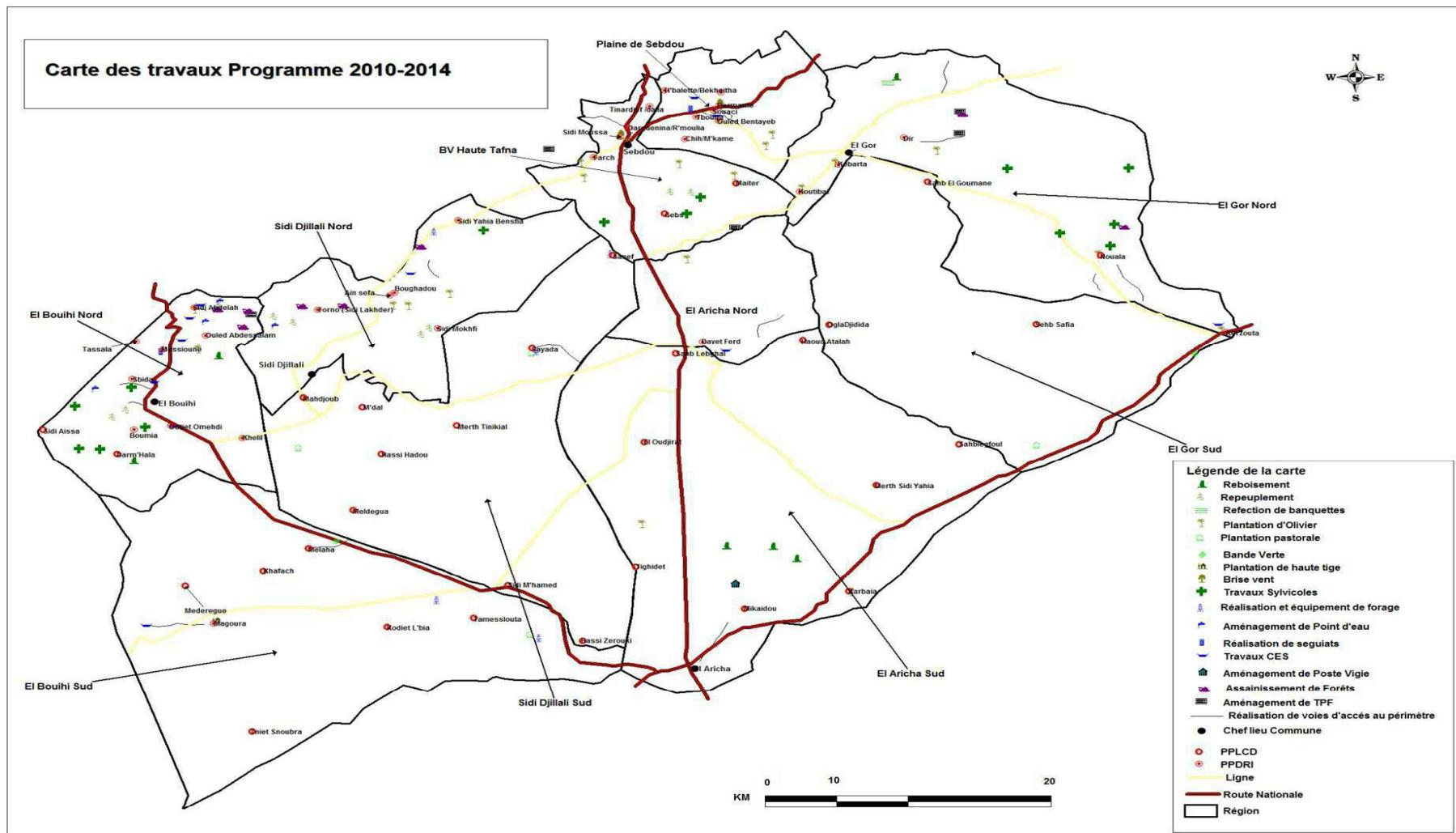
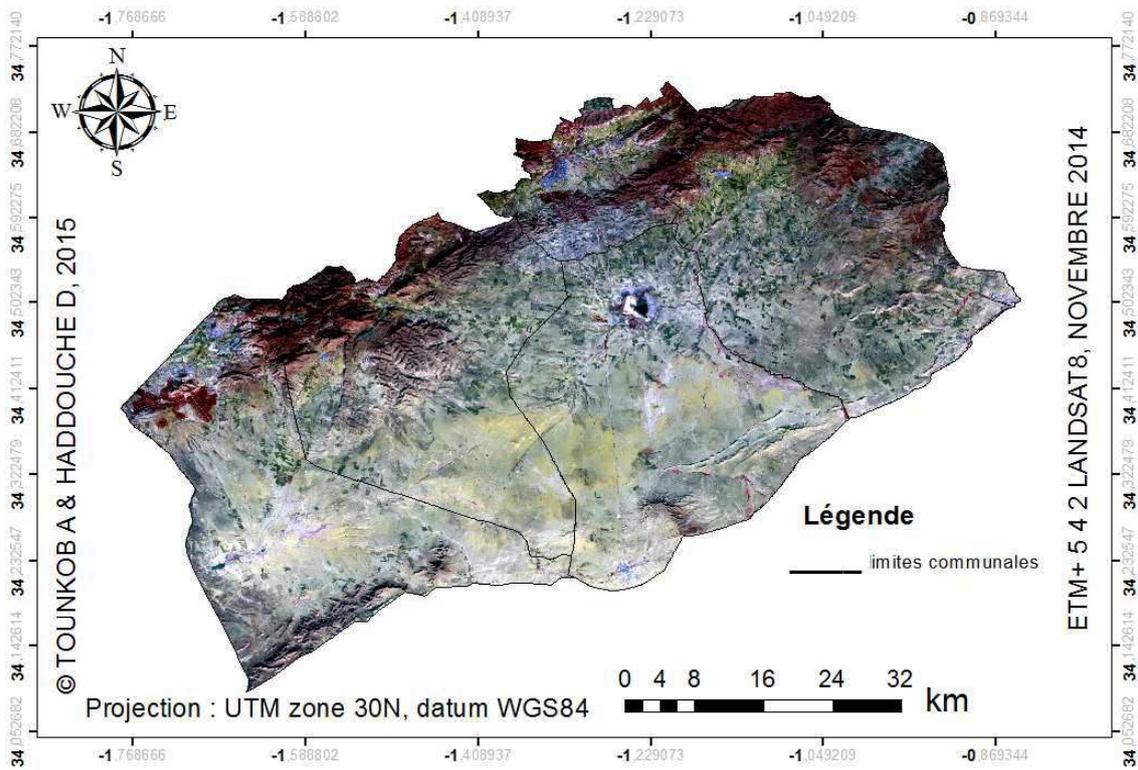
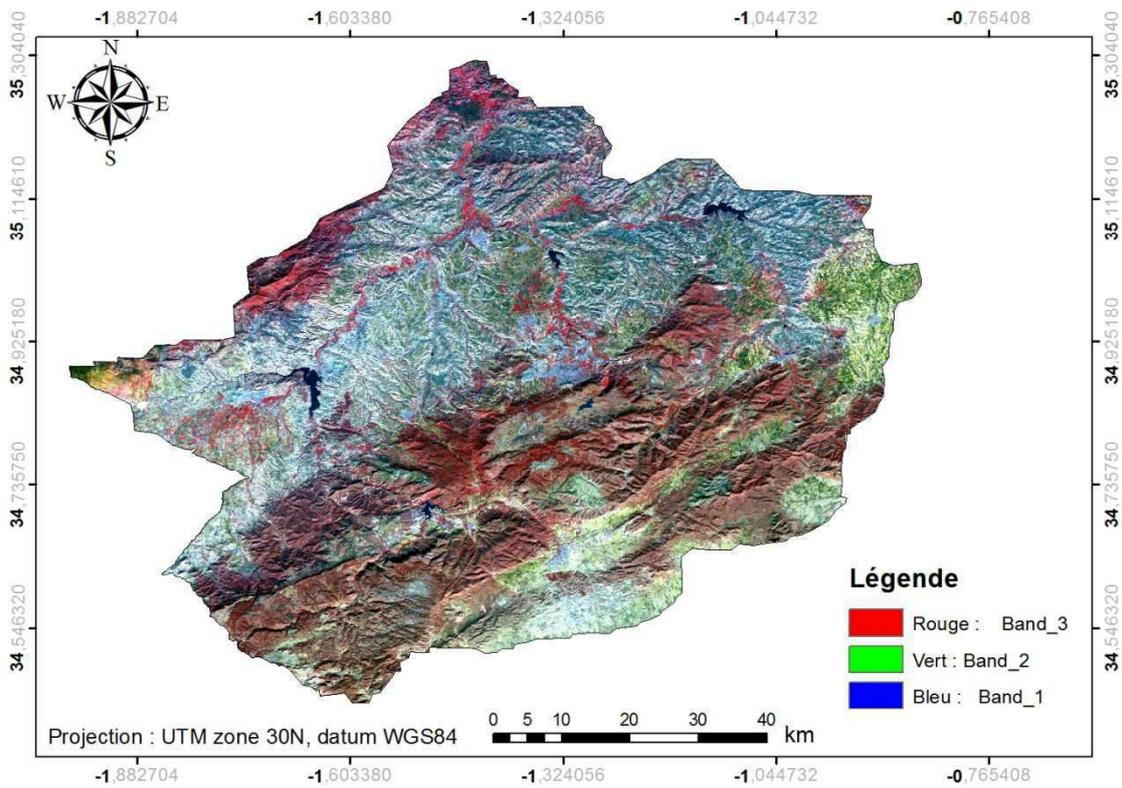


Figure : Carte des travaux d'aménagement dans la région steppique de Tlemcen (CFS, 2014)



Trichromie de la région steppique de Tlemcen



Trichromie du BV de la Tafna

Publications internationales



L'écosystème steppique de la wilaya de Tlemcen (Nord Ouest Algérien) et les facteurs contribuant à sa sensibilité à la désertification

- Bellahcene Zékri Nadia, Maître assistante A *
- Haddouche Driss, Maître de Conférence A*,
- Khalid Foudil, Maître assistant A*,

Résumé

L'écosystème steppique de la wilaya de Tlemcen, situé dans sa partie Sud, est considéré actuellement sensible à la désertification. L'objectif du présent travail est de bien connaître les facteurs contribuant à cette sensibilité.

La méthodologie du travail a été basée sur la collecte d'un maximum de données et d'informations sur les aspects environnementaux et socioéconomiques de la région et sur des observations directes sur terrain.

Les résultats obtenus montrent que cette sensibilité est due à plusieurs facteurs ; naturels (sécheresse, fragilité des sols) mais principalement anthropozoïques (surpâturage, défrichement et des changements dans le mode de vie traditionnel de la population).

Des programmes de restauration et de réhabilitation sont menés par la conservation des forêts de Tlemcen, pour lutter contre la désertification et permettre un développement durable de la région.

Mots clés : écosystème steppique, climat aride et semi aride, facteurs anthropozoïques, désertification, développement durable.

**Département des Ressources Forestières, faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Rocade 2 BP 119, Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen, Algérie.*

Introduction

La steppe algérienne, un espace aride et semi aride, de 20 millions d'hectares est sensible à la désertification (Direction Générale des Forêts, 2012). Selon le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (2002), en zone steppique 500 000 hectares sont en voie de désertification et plus de 7 millions d'hectares sont directement menacés par le même processus.

La zone steppique de la wilaya de Tlemcen (Nord Ouest Algérien) est comme toute la zone steppique de l'Algérie affectée par ce fléau à cause d'une forte tendance à la dégradation par la réduction du potentiel biologique et la rupture des équilibres écologiques et socioéconomiques.



1. Zone d'étude

La zone steppique de la wilaya de Tlemcen située dans sa partie Sud est une étendue plate, aride et semi aride, d'altitude moyenne de 1170 mètres. Elle est constituée par des hautes plaines steppiques, quelques monticules comme Djebel Mekaidou et des dépressions notamment celle de Dayet El Ferd. Administrativement elle est composée par 5 communes : Sebdo, El Gor, El Bouihi, Sidi Djilali et El Aricha (fig. 1).

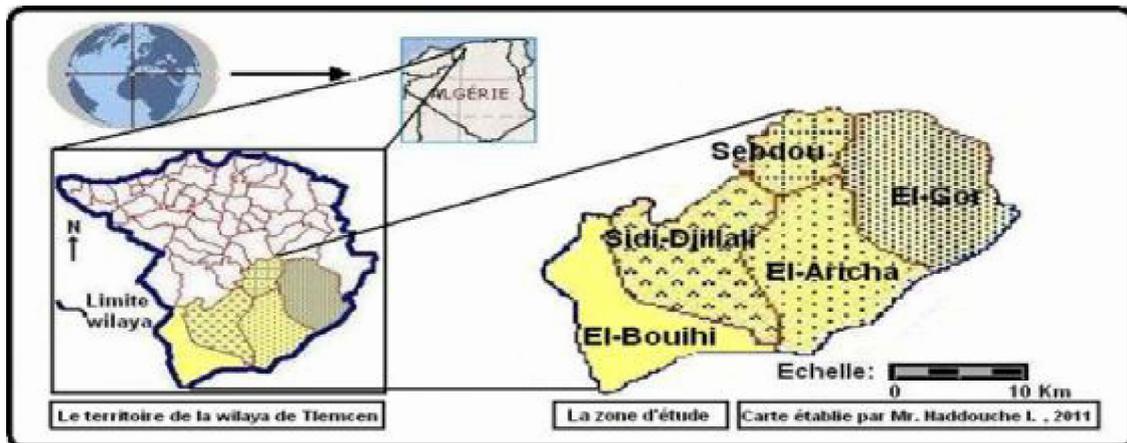


Figure 1 : situation de la zone steppique de la wilaya de Tlemcen

Carte établie par Haddouche I.

Selon le Bureau National des Etudes pour le Développement Rural (2008), les précipitations dans cette zone ne dépassent pas 320mm/an et l'amplitude thermique est comprise entre 5°C et 30°C. Les sols sont peu profonds, partout avec une assise de couches calcaires sensibles aux érosions hydriques et éoliennes.

La végétation est composée essentiellement par des formations ouvertes clairsemées ; des steppes à Alfa (*Stipa tenacissima*), des steppes à Armoise blanche (*Artemisia herba alba*) et des steppes mixtes (photos 1 et 2); ainsi que par des reboisements de Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) (photo 3) et des matorrals où subsistent des reliques d'arbustes et arbrisseaux à base de Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), de chêne vert (*Quercus rotundifolia*) (photo 4) , de Lentisque (*Pistacia lentiscus*), de Romarin (*Rosmarinus officinalis*), de Diss (*Ampelodesma mauritanica*) et de Palmier nain (*Chamaerops humilis*).



Photo 1 : steppe à Alfa
(Clichés Zékri N., Avril, 2014)



Photo 2 : steppe à Armoise blanche



Photo 3 : reboisement de Pin d'Alep

photo 4 : matorral à base de Genévrier oxycèdre, Chêne vert et d'Alfa

(Clichés Zékri N., Avril, 2014)

Selon la Direction de Planification et d'Aménagement du Territoire (2014), la zone d'étude compte actuellement 33 000 habitants, soit 4% de la population totale de la wilaya de Tlemcen sur 1/3 de son espace avec une densité faible d'environ 11 habitants/km². Le taux de chômage moyen est très élevé (46%), il traduit les faibles sources d'opportunités économiques dans cette région. Il contribue à expliquer l'immigration de la population steppique vers le nord de la wilaya pour chercher l'emploi.

La vie de la population est organisée autour des activités agro-pastorales. L'activité agricole est dominée par la céréaliculture de subsistance sur 42 560 ha, localisés essentiellement dans la commune d'El Gor. Les pratiques pastorales sont basées sur l'élevage du cheptel bovin (3 617 têtes), caprin (6 065 têtes) et principalement ovin (103 390 têtes) (Direction des Services Agricoles de Tlemcen, 2013).

2. Méthodologie

Pour mieux connaître les facteurs contribuant à rendre l'écosystème steppique de la wilaya de Tlemcen sensible à la désertification, un ensemble de données et d'informations ont été collectés à travers les services administratifs concernés. Des sorties sur terrain ont été aussi réalisées pour apercevoir la situation actuelle de cet écosystème.

3. Résultats et discussion

Les résultats obtenus montrent que la sensibilité de l'écosystème steppique de la wilaya de Tlemcen à la désertification résulte de l'interaction de plusieurs facteurs principalement anthropozoïques qui ont rendu ce milieu très fragile à travers le temps et où mêmes les facteurs naturels favorisent sa dégradation.

3.1 Facteurs naturels

Un climat aride et semi aride, avec des précipitations très irrégulières d'une année à l'autre et au cours de la même année, une saison sèche longue de 6 à 9 mois, une forte évaporation, des sols peu évolués et fragiles et une végétation clairsemée font que les



parcours sont soumis à une dégradation accentuée par les phénomènes de l'érosion hydrique et éolienne.

3.2 Facteurs anthropozoïques

Des mauvaises pratiques de l'homme et un effectif très élevé de l'animal associées à des crises climatiques, démographiques et économiques imprévues dans cet écosystème favorisent le processus de la désertification. Les principaux facteurs anthropozoïques sont :

- Le surpâturage : il se manifeste par le maintien trop prolongé du troupeau sur les aires pâturées prélevant une quantité de végétation largement supérieure à la production annuelle. Il constitue l'action la plus dévastatrice sur la végétation pérenne et le principal facteur de la désertification durant les deux dernières décennies (Aidoud, 1994). D'après Le Houérou (1985) le territoire steppique algérien ne supportait que le $\frac{1}{4}$ du cheptel qui y existait. Dans la zone steppique de Tlemcen la charge pastorale à l'hectare est actuellement trois à quatre fois très élevée (4 à 6 ha/équivalent ovin) (Conservation des Forêts de Tlemcen, 2014).
- Le défrichement : le défrichement au profit de la céréaliculture est effectué sur presque toutes les communes. La céréaliculture, constituée surtout d'orge et de blé dur ; est l'activité la plus importante après l'élevage malgré le faible rendement à l'hectare (environ 4q/ha). Le défrichement des terres s'amplifie encore par l'introduction de la mécanisation des labours (utilisation des tracteurs équipés de charrues à disques qui peuvent entraîner la stérilisation du sol).
- La sédentarisation massive des nomades : le déclin de l'activité pastorale traditionnelle et l'émergence de nouveaux besoins (santé, éducation, etc.) sont à l'origine d'une sédentarisation de la population nomade. Celle-ci se dirige vers les principaux centres agglomérés de la région engendrant une surexploitation des parcours entourant ces centres.
- Un foncier non maîtrisé : les terres steppiennes ont été considérées pendant longtemps comme des terres « arche » et étaient perçues comme propriété privée par les groupes et personnes qui les exploitaient. Lorsqu'en 1975, suite au remaniement du Code pastoral, les terres steppiennes furent reversées au domaine de l'État et que celui-ci conféra un droit d'usage aux éleveurs, ce statut ambigu de « terre sans maître » a entraîné un désinvestissement tant de la part de l'État que des éleveurs, avec des conséquences néfastes comme la dégradation des parcours et la non-régénération des ressources (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 2002). La méconnaissance de la nature juridique des terres est à l'origine aussi de quelques problèmes de développement et d'aménagement.

4. Actions d'aménagement et développement durable

Devant la situation actuelle de l'écosystème steppique de la wilaya de Tlemcen, la conservation des forêts de la wilaya a mené des programmes d'aménagement pour lutter contre la désertification et permettre un développement durable de la région par :

- La restauration des parcours steppiennes par remontée biologique (entre 1995 et 2013, 151400 hectares de parcours dégradés ont été mis en défens, cela a fait augmenter la production fourragère de 20-30 UF/ha à 50-200 UF/ha) ;



- La réhabilitation par la plantation d'arbres et arbustes fourragers spécialisés et tolérants l'aridité (*Ceratonia, Prosopis, Cactus, Atriplex*, etc.) permettant de diminuer la charge pastorale en augmentant l'offre fourragère pesante sur les parcours, dans ce sens 8651 Ha ont été plantés pour le programme 2008-2011;
- Le reboisement sur une superficie de 940 Ha de plantation forestière et 655 Ha de plantation d'espèces rustiques a été réalisée en 2008-2009 ;
- La fixation des berges pour lutter contre l'érosion hydrique et la protection des bassins versants, de ce fait en 2009, 180 Ha de plantation sur les berges des oueds a été réalisée.
- L'aménagement hydraulique par la réalisation de plus de 95 forages entre 1995 et 2013, de 31 puits, de retenues collinaires et d'aménagement de sources et de canaux d'irrigation ;
- Le désenclavement pour faciliter le déplacement de la population, dont l'ouverture de 200 km de pistes;
- La diversification des revenus de la population par l'intégration d'autres activités en parallèle à l'élevage (arboriculture, petits élevages, apiculture, etc.);
- La police forestière joue aussi un rôle important pour diminuer les infractions et les atteintes au patrimoine naturel steppique et forestier, pour les années 2008 et 2009, 42 procès verbaux ont été dressés pour lutter contre les défrichements et les laboures illicites.

L'exécution de ces programmes repose sur une approche participative intégrée impliquant la population, les autorités locales et les services techniques pour un développement durable de la région.

Conclusion

La désertification menaçante actuellement la région sud et steppique de la wilaya de Tlemcen est due à la combinaison de plusieurs facteurs naturels et anthropozoiques. Sur un milieu naturel fragile (aridité et pauvreté des sols) s'exercent des pressions humaines et animales continues dans le temps et dans l'espace (défrichement, surpâturage, laboures illicites, mécanisation de la steppe, etc.) associées à un déclin de la transhumance traditionnelle. Face à cette situation l'administration et la police forestières ont menés des efforts considérables pour lutter contre ce fléau dont plusieurs programmes d'aménagement et de développement durable de la région ont été exécutés. Mais malheureusement on a remarqué que malgré tous ces efforts, l'écosystème steppique de la wilaya de Tlemcen reste encore un espace écologiquement sinistré et nécessite la collaboration de tous individus avant qu'il soit désertisé.

Références bibliographiques

Direction Générale des Forêts, 2012. Séminaire sur la mise en place d'un dispositif de formation au développement rural. Ain Témouchent, juin 2012.

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 2002. Rapport annuel du Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable, 140 p.

Bureau National des Etudes pour le Développement Rural, 2008. Inventaire national forestier. 80p.

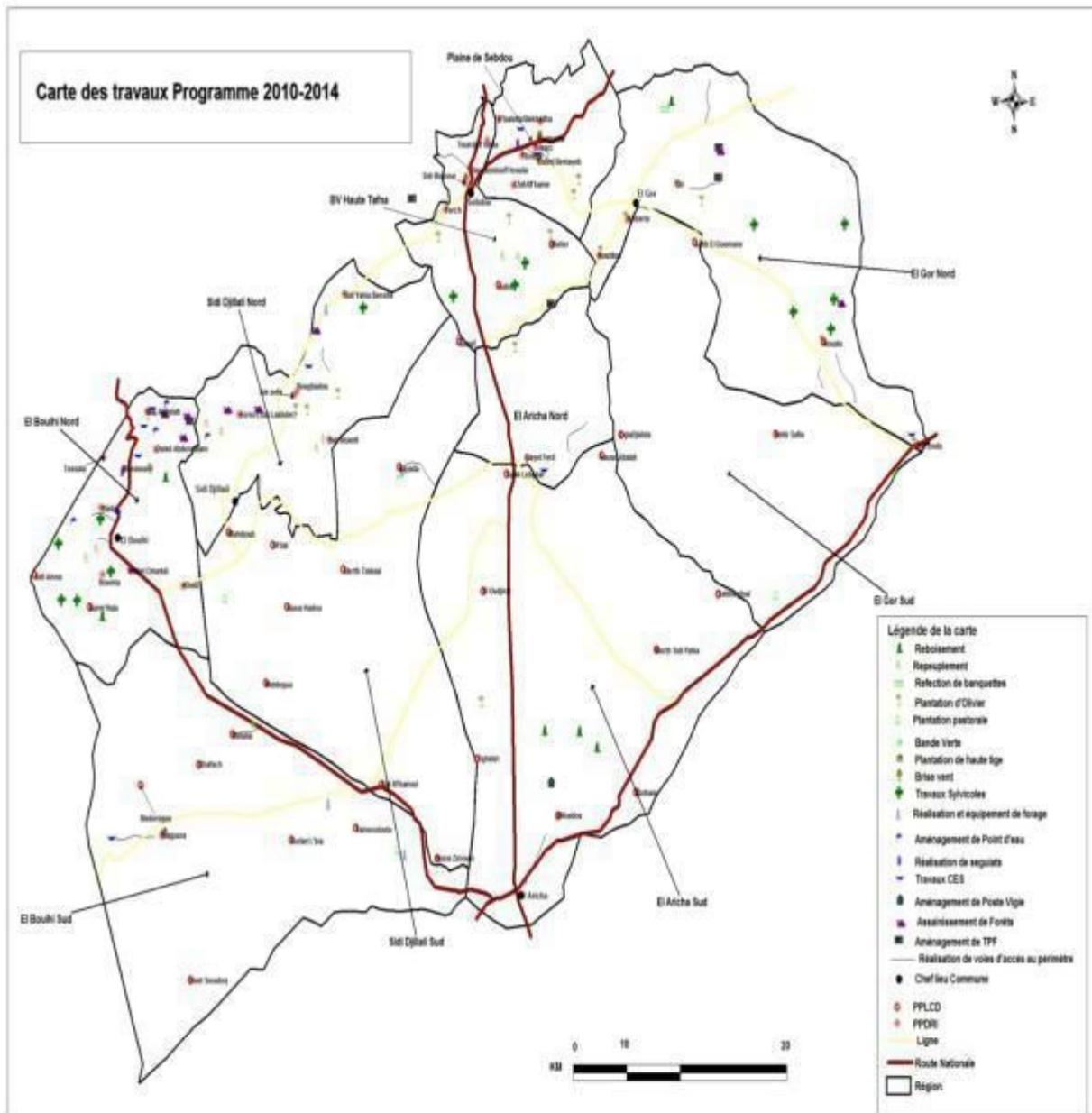


Aidoud, 1994. Pâturage et désertification des steppes arides d'Algérie, cas des steppes d'Alfa. *Paralelo 37° ; 16, pp33-42.*

Le Houérou, 1985. La régénération des steppes algériennes. *Rapport de mission de consultation et d'évaluation, ministère de l'Agriculture, Alger, 11p.*

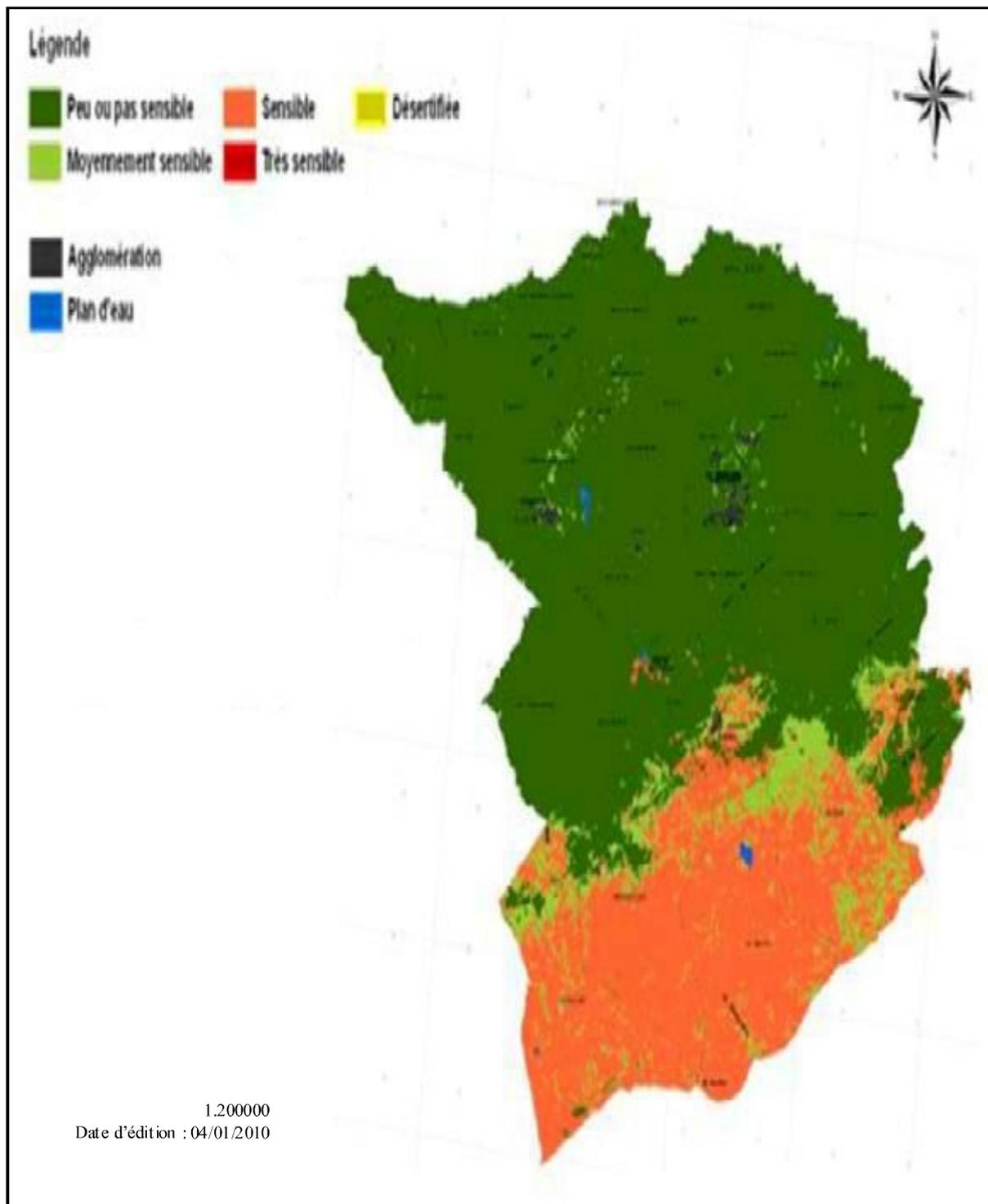
Haddouche I., 2009. La télédétection et la dynamique des paysages en milieu aride et semi-aride en Algérie : cas de la région de Naâma. *Thèse Doct., Univ. Tlemcen, 211 p + annexes.*

Annexes



Carte des Travaux de planification et d'aménagement pour la zone steppique de Tlemcen- Plan quinquennal 2010-2014

Source : Conservation des forêts de la wilaya e Tlemcen (Circonscription de Sebdo, 2014)



Carte nationale de sensibilité à la désertification. Extrait de la wilaya de Tlemcen
(Etablie par le Centre des Techniques Spatiales en collaboration avec la Direction Générale des Forêts, 2010)



The steppe ecosystem of the wilaya of Tlemcen (Algerian northwest) and factors contributing to its sensibility in the desertification

- Bellahcene Zékri Nadia, Maître Assistante A *
- Haddouche Idriss, Maître de Conférence A*
- Khalid Foudil, Maître Assistant A*

Abstract

The steppe ecosystem of the wilaya of Tlemcen, situated in its southern part, is considered at present sensitive to the desertification. The objective of the present work is to know well factors contributing to this sensibility.

The methodology of the work was based on the collection of a maximum of data and information on the environmental and socioeconomic aspects of the region and of the directly observation in the area.

The obtained results show that this sensibility is due to several factors; natures (drought, fragility of grounds) but mainly anthropozoïques (overgrazing, clearing and changes in the traditional lifestyle of the population).

Programs of restoration and rehabilitation are led by the forest conservation of Tlemcen, to fight against the desertification and allow a sustainable development of the region.

Keywords: steppe ecosystem, dry and semi dry climate, anthropozoïques factors, desertification, sustainable development.

*Department of Forest Resources, the Faculty of Sciences of the Nature and Life and Sciences of Earth and the Universe, Rocate 2 BP 119, Abou Bakr Belkaid Tlemcen university, Algeria.

Influence de l'érosion hydrique sur les ressources en eau et en sol dans le bassin versant de la Tafna (wilaya de Tlemcen)

M^{me} BELLAHCENE ZEKRI Nadia

Laboratoire de gestion conservatoire de l'eau, du sol et des forêts et développement durable des zones montagneuses de la région de Tlemcen
Département des Sciences de l'Agronomie et des Forêts

Faculté des Sciences de la Nature et de Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers
Université de Tlemcen- Algérie

Introduction

La dégradation des ressources naturelles les plus indispensables à la survie des êtres vivants : l'eau et le sol, est à l'origine de plusieurs facteurs. Les plus répandus sont la pollution, la salinité, et la désertification, mais nul n'ignore que la dégradation la plus marquée est due essentiellement à l'érosion et en particulier à l'érosion hydrique. Dans l'Algérie septentrionale, région la plus productive et la plus arrosée du pays, elle touche préférentiellement les massifs telliens (plus de 20 millions d'hectares de terres sont touchées par l'érosion où sont implantés plus de 90% des barrages et où se concentrent environ 70% de la population globale). La région Ouest est la plus touchée avec plus de 47% de l'ensemble des terres érodées (Zékri, 2003).

Méthodologie

Cette étude comportera l'élaboration d'un petit diagnostic des conséquences de l'érosion hydrique sur les ressources en eau et en sol dans les principaux sous

bassins versants de la Tafna. Cette forme de dégradation induit à des pertes en terre considérables, à une importante diminution de la surface agricole utile et de la capacité de stockage d'eau des réservoirs hydrauliques par le dépôt de vase dans leur cuvette. Le bassin versant de la Tafna est situé à l'extrême Nord-Ouest algérien sur une superficie de 7245 km² et il est constitué de huit sous bassins dont deux se trouvent en amont dans le territoire marocain (figure1).

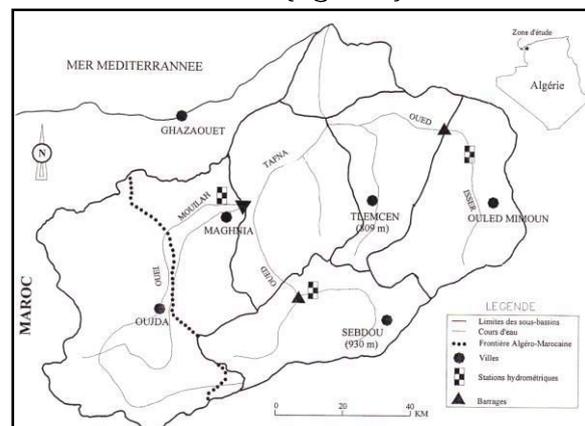


Fig.1 : Bassin versant de la Tafna et ces principaux sous bassins versants

Résultats

Les résultats collectés montrent que la dégradation spécifique dans les différents sous bassins de la Tafna varie en moyenne entre 100 et 1500 t/km²/an. Le taux d'envasement est entre 1 et 15% dans les barrages hydrauliques et dans les retenues collinaires entre 30 et 90%, parfois même 100%.

- Envasement des retenues d'eau

L'Algérie dispose actuellement de plus de 114 barrages d'une capacité totale de stockage de 5,2 milliards de m³. Le suivi de l'envasement des retenues, a permis d'évaluer à près de 32 millions de m³ la capacité perdue par envasement en moyenne chaque année (Remini, 2003).

L'envasement des barrages est rapide, en 30 à 50 ans (Roose et al., 2000).

Tab. 1: Quantité de vase et taux d'envasement dans les quatre principaux barrages de la wilaya de Tlemcen

+ État des retenues collinaires

Barrages	Année de mise en eau	Capacité de stockage (M m ³)	Quantité de vase (M m ³)	Taux d'envasement (%)	Moyenne annuelle de vase (m ³ /an)	Retenues collinaires
Hammam Bouhrara	1998	177	1,5	0,85	125 000	Elles sont au nombre de 77 avec une capacité de mobilisation de 5,20 Mm ³ actuellement: 42 retenus sont envasées à un stade très avancé 15 sont détruites et emportées 20 seulement dans un état satisfaisant (ANAT,2000).
Béni Bahdel	1952	63	8	13	137 931	
Meffrouche	1963	15	0,350	2	7 446	
El Izdihar	1987	110	4	3,6	173 913	

- Erosion spécifique

Les processus érosifs les plus fréquents relevés actuellement dans le bassin de la Tafna sont surtout les incisions linéaires et les ravinements, les mouvements de masse, le décapage, les phénomènes de déflation et d'accumulation éoliennes ainsi que les épandages en nappes et les colluvionnements saisonniers. L'érosion spécifique à l'intérieur du bassin versant de la Tafna est variable. Chaque bassin versant possède une « personnalité » qui détermine les relations entre les précipitations et l'écoulement mesuré à l'exutoire. Elle est fonction de plusieurs facteurs : organisation du réseau hydrographique, climat, relief, modelé et système des pentes, géologie, formations superficielles et sols, végétation naturelle ou cultivée, urbanisation et usages sociaux de l'eau...(Kergomard, 1999). La quantité des matières solides transportées par ces écoulements est aussi en conséquent fonction de tous ces facteurs.



Photo 1 et 2 : envasement des réservoirs hydrauliques et perte de la capacité de stockage des eaux

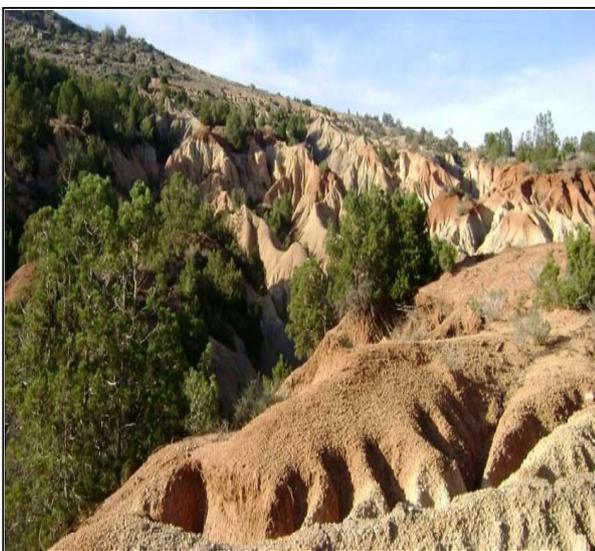
La plus forte érosion est enregistrée dans la saison de l'Automne (surtout dans le mois de Septembre et Novembre). Les écoulements sont très chargés de sédiments et les apports solides dans cette saison représentent souvent plus de 50% des apports solides de l'année entière (75,89% dans le sous bassin versant de Béni-Bahdel , 82,4% dans celui de Isser et 59,30% dans le sous bassin de Mouillah)(Ghenim, 2008). Cela est en relation avec la coïncidence des pluies les plus agressives avec la période où le sol est

peu protégé par la végétation. En hiver l'érosion est moins active, le sol reçoit des pluies abondantes mais moins agressives comparées à celles d'Automne. En plus qu'il est protégé par un état hydrique souvent humide dans cette saison favorisant la cohésion de ses particules les plus fines. En printemps les écoulements sont importants mais les transports solides restent faibles.

Tab.2 : Dégradation spécifique dans les principaux sous bassins versant de la Tafna

Sous bassin versant	Oued Sebdou	Oued Isser	Oued Mouillah	El Meffrouche
Dégradation spécifique t/km ² /an	1330	660	165	3,08 entre 1955 et 1960 en Stade de vieillesse Les mesures de transport solide ont été abandonnés en 1960 (Ghenim,2001)

Source: Ghenim, 2008)



Photos 3 et 4 : pertes en sol et en surfaces cultivables par l'érosion hydrique

Conclusion

La dynamique de l'érosion induit à des pertes considérables en eau et en sol quantitativement et qualitativement. Ceci nécessite plus d'efforts en matière d'aménagement des bassins versants. En plus, la plus grande part des apports

solides est ramenée lors de la saison d'automne et par les crues. Une vigilance ainsi que la mise en place de dispositifs supplémentaires sont indispensables dans ces périodes, pour empêcher les sédiments d'arriver aux barrages et provoquer leur envasement accéléré. Ces efforts doivent être combinés entre les services publics et la population locale pour garantir plus d'efficacité dans la lutte antiérosive et une gestion durable de ces ressources naturelles.





Références bibliographiques

Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire, 2000 : Actualisation du plan d'aménagement de la wilaya de Tlemcen (bilan de la situation actuelle et problématique d'aménagement). Vol. n° 1(153 p) et n° 2 (312 p).

Ghenim A., 2008 – Etude des écoulements et des transports solides dans les régions semi-arides méditerranéennes. Thèse Doct., Dépt. d'Hydraulique, Univ. Tlemcen, 134p.

Ghenim A., 2001 : Contribution à l'étude des écoulements liquides et des dégradations du bassin versant de la Tafna : cas de Oued Isser, Oued Mouillah et la Haute Tafna. Mém. Mag. Dép. Hydraul., Univ. Tlemcen, 192 p.

Kergomard C., 1999 : Les milieux forestiers – Aspects géographiques (Hydrosystèmes et milieux forestiers). Ed. SEDES, dossier n° 25, pp 49-65.

Remini W. et Remini B., 2003. La sédimentation dans les barrage de l'Afrique du Nord. Larhyss Journal, pp 45-54.

Roose E., Lamachere J.-M., De Noni G., 2000 : Les effets d'actions incitatives de lutte contre l'érosion en Afrique francophone et en Amérique latine. Bull. Réseau – Erosion n° 20, Ed. IRD (ex. Orstom), Montpellier, pp 460 - 476.

Zékri N., 2003 – Analyse du facteur de l'agressivité climatique et son influence sur l'érosion et le ruissellement dans le B.V de la Tafna (Nord-Ouest Algérien). Mém.Mag., Dépt. Foresterie, Univ.Tlemcen 95p.