

N° d'ordre...

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

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



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES  
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
Département des Sciences de l'Environnement

# ***THESE DE DOCTORAT EN SCIENCES***

*Présentée par :*

*M<sup>r</sup> BESSAIH Abderrahmane*

*Spécialité : Environnement*

*Option : Ecologie végétale et environnement*

*Intitulé*

**Étude éco biochimique et morpo métrique  
d'*Atriplex canesens* peuplant artificiellement les  
zones steppiques d'Algérie occidentale.**

*Soutenue le 09 Avril 2015*

*Devant l'honorable jury composé de :*

<i>Présidente de jury :</i>	Dr MAHROUG Samira	MCA (UDL / SBA)
<i>Examineurs :</i>	Dr LABANI Abderrahmane	MCA (Univ. Saïda)
	Dr HASNAOUI Okkacha	MCA (Univ. Saïda)
	Dr BENSLIMANE Mohamed	MCA (Univ. Mascara)
<i>Directeur de thèse :</i>	Pr HELLAL Benchaben	Professeur (UDL / SBA)

**Année universitaire 2014 - 2015**

## Remerciements

Je tiens à adresser en premier lieu mes plus chaleureux remerciements à mon directeur de thèse Monsieur **HELLAL Benchaben** (Professeur à l'université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbes) qui n'a pas cessé de m'encourager et de me soutenir durant toute la période de réalisation de cette thèse. J'en profite pour lui exprimer ici ma plus profonde gratitude.

Je remercie très sincèrement **Dr MAHROUG Samira** (Maitre de conférences à l'université Djillali Liabbes de Sidi Bel Abbes) d'avoir accepté de présider le jury de ma thèse.

Je suis très honoré que les examinateurs messieurs : **LABANI Abderrahmane** (Maitre de conférences à l'université Taher Moulay de Saida) ; **HASNAOUI Okkacha** (Maitre de conférences à l'université Taher Moulay de Saida) et **BENSLIMANE Mohamed** (Maitre de conférences à l'université de Mascara) aient accepté de faire partie de ce jury de thèse.

J'adresse mes remerciements à tout le personnel de L'INRF Saida, en particulier **Mr MORSLI Abdeslem**, pour l'accès accordé aux périmètres et la réalisation des prélèvements.

Je souhaite remercier toutes le personnel du laboratoire (EL-FETH, Oran), pour l'évaluation de la valeur nutritive de l'*Atriplex*.

Il m'est impossible d'oublier **Mr Meliani Habib** (Doctorant, laboratoire de pédologie - Sidi Bel Abbes) pour son aide précieux pour les analyses pédologiques.

Je souhaite remercier vivement toutes les personnes qui m'ont aidé dans mon travail en particulier **Dr El zerrey Wael** (Directeur technique BECAGROM – Sidi Bel Abbes), **Dr Jellouli Riad** (Maitre assistant à l'université Djillali Liabbes de Sidi Bel Abbes), **Dr Bachir Bouiadja Salah Eddine** (Maitre de conférences à l'université Djillali Liabbes de Sidi Bel Abbes), **Dr Cherifi kouider** (Maitre de conférences à l'université Djillali Liabbes de Sidi Bel Abbes), **Mr Genfoud Ahmed** (Doctorant, laboratoire de pédologie - Sidi Bel Abbes).

## Dédicace

Je dédie ce modeste travail à ma famille pour leur soutien constant.

Cette thèse, aboutissement de longues années d'études, je la dois beaucoup à ma très chère grande mère, mes parents, mon épouse, ma fille Malaak, mes sœur et frères, mes tantes et mon oncle.

A mes Amis: **Mr** Khabaz Abdelrahim, **Mr** Kadi Maamar, **Mr** Geroudj cheik, **Mr** Chadli Mohamed, **Mr** Draï Abdelkader , **Mr** Tab Abdelkrim et **Mr** Tadjer Sami.

Il m'est impossible de trouver des mots pour dire à quel point je suis fier d'eux, et à quel point je les aime.

## Résumé

L'évaluation, des parcours steppiques réhabilités en 2003, est effectuée par la comparaison des mesures des paramètres morpho métriques d'*Atriplex canescens* de trois stations. La première station est mise en repos, la seconde est à accès contrôlé et la troisième est fréquentée de façon permanente par le cheptel ovin. Le traitement des données par une analyse en composantes principales (ACP) a permis d'individualiser deux groupes de stations. Le premier groupe est formé par la troisième station tandis que le second est constitué par la première et la deuxième station. La différence entre les deux groupes s'est répercutée sur les caractères physico-chimiques du sol. La dégradation observée à la troisième station, a affecté ainsi la fertilité du sol et par conséquent les réserves en matières organiques. La première station s'est distinguée des deux autres par un faible taux de sables et des taux élevés d'argiles et de limons. La troisième station à accès libre s'est caractérisée par un faible taux de matière organique et un très faible taux de recouvrement de la plantation d'*Atriplex*. Les résultats des analyses biochimiques ont rendu compte de la forte valeur nutritive de l'*Atriplex canescens*. Comparée aux produits des céréales destinés à la consommation pour le bétail (blé, avoine, maïs, orge), l'*Atriplex canescens* présente une forte teneur en calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ). Le taux de cellulose et des lipides chez l'*Atriplex canescens* est supérieur à celui des céréales.

**Mots-clés :** *Atriplex canescens*, fertilité du sol, matière organique, parcours steppique, valeur nutritive

## Abstract

The assessment of steppe rangelands rehabilitated in 2003, is performed by comparing the measurements of morph metric parameters of *Atriplex canescens* in three stations. The first station is at rest, the second is controlled access and the third is attended permanently by the sheep population. The processing of data by principal component analysis (APC) was used to individualize two groups of stations. The first group is formed by the third station; the second group is constituted by the first and the second station. The difference between the two groups has affected the physic and chemical characteristics of the soil. The observed degradation in the third station, and the affected soil fertility and therefore reserves in organic matter. The first station is distinguished from the other two by low sand and high levels of clay and silt. The third station to open access is characterized by low organic matter content and a very low recovery rate of planting of *Atriplex*. The results of biochemical analyzes have realized the high nutritional value of *Atriplex canescens*. Compared to grain products for human consumption to livestock (wheat, oats, corn, barley), *Atriplex canescens* has a high calcium (Ca ++). The rate of cellulose and lipids in *Atriplex canescens* is higher than that of cereals.

**Keywords:** *Atriplex canescens*, soil fertility, organic matter, steppe route, nutritional value

## ملخص

تقييم المراعي السهبية التي تم إعادة تأهيلها في عام 2003، يتم بمقارنة القياسات المظهرية للقطف الأمريكي في ثلاث محطات. المحطة الأولى هي مغلقة بشكل دائم على مربى الأغنام ، المحطة الثانية يتم التحكم في إستغلالها من طرف المربين و المحطة الثالثة يرتادها بشكل دائم المربين . وقد سمح استخدام تجهيز البيانات عن طريق التحليل المكون الرئيسي (ACP) بتفريد مجموعتين من المحطات. تتكون المجموعة الأولى من المحطة الثالثة ، في حين المجموعة الثانية من قبل المحطة الأولى والثانية. الفرق بين المجموعتين قد أثر على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة. التدهور الملحوظ في المحطة الثالثة ، يؤثر على خصوبة التربة ، وبالتالي على احتياجات المواد العضوية. وتتميز المحطة الأولى عن الإثنين الآخرين بنسب مئوية منخفضة من الرمال ومستويات عالية من الطين والطيني . بينما المحطة الثالثة التي يرتادها مربى الأغنام بشكل دائم تحتوي على نسبة مئوية منخفضة جدا من المادة العضوية . نتائج التحليلات الكيميائية الحيوية قد أظهرت القيمة الغذائية العالية للقطف الأمريكي مقارنة مع منتجات الحبوب التي تستخدم كعلف للماشية ( القمح والشوفان والذرة والشعير) ، القطف الأمريكي يحتوي على نسب مئوية من الكالسيوم و السليلوز و الدهون أعلى من الحبوب

الكلمات الرئيسية : للقطف الأمريكي ،خصوبة التربة،المواد العضوية، المراعي السهبية ، القيمة الغذائية

## Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Liste approximative des halophytes méditerranéennes	6
2	Caractéristiques de la station météorologique de Rebahia (W. Saïda)	39
3	Classification des mois (période 1980 - 2010)	43
4	Amplitude thermique et type de climat	44
5	Indice d'aridité de Demartonne	44
6	Situation bioclimatique de la station de Rebahia (W.Saïda)	46
7	Direction et types des vents saisonniers de la station de Rebahia (W.Saïda)	47
8	Vitesse moyenne des vents de la station de Rebahia (W.Saïda)	48
9	Echelle du pH	64
10	Echelle d'interprétation des taux de carbonates	65
11	taux d'humidité, de la matière sèche et de la matière minérale de l' <i>A.canescens</i> .	72
12	Taux de calcium, de phosphore, de sodium et de potassium contenus dans les feuilles de l' <i>Atriplex canescens</i>	73
13	Taux de matière organique, d'azote protéique et de matière grasse contenus dans les feuilles de l' <i>Atriplex canescens</i>	74
14	Taux d'hémicellulose, de cellulose et de lignine contenus dans les feuilles de l' <i>Atriplex canescens</i>	75
15	Les besoins en calcium et phosphore des ovins en croissance	75
16	Données des paramètres physico-chimiques du sol des 3 stations (S1, S2, S3).	82

## Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Morphologie externe d' <i>Atriplex canescens</i>	9
2	Formation d' <i>Atriplex canescens</i> en bon état dans la commune d'ain Skhouna/Saida	13
3	Formation d' <i>Atriplex canescens</i> en bon état dans la commune d'ain Skhouna/Saida	13
4	Formation d' <i>Atriplex nummularia</i> en bon état dans la commune de Maâmora/Saida	14
5	Formation d' <i>Atriplex nummularia</i> en bon état dans la commune de Maâmora/Saida	14
6	Limite administratives de la wilaya de Saida	20
7	Découpage territorial par commune et par unités d'analyse	23
8	Carte géologique de la wilaya de Saida	26
9	Carte du réseau hydrographique et bassins versants de la wilaya de Saida	27
10	Carte des sols de la wilaya de Saida	30
11	Extrait de la carte d'occupation du sol - Nord d'Algérie-	35
12	Densité de la population en 2008	36
13	Carte pluviométrique de l'Algérie du nord	38
14	Variations annuelles des précipitations annuelles de la station de Rebahia	39
15	Précipitations moyennes mensuelles de la station de Rebahia	41
16	Histogramme des précipitations saisonnières de la station de Rebahia (W.Saïda)	42
17	Variations moyennes, minimales et maximales des températures (W.Saïda)	42
18	Indice d'aridité d'après le climagramme de Demartonne	45
19	Climagramme pluviothermique d'Emberger	46
20	Courbe ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN	47



N°	Titre	Page
21	Fréquence des vents par direction, à la Wilaya de Saïda	48
22	Variation annuelle de la gelée	49
23	Variation annuelle de sirocco	50
24	Localisation de la commune d'Ain Skhouna (Algérie occidentale)	53
25	Localisation des stations échantillonnées dans la steppe de la commune de Saïda	54
26 à 31	Touffes d' <i>Atriplex canescens</i> a la station 1	56
32 à 37	Touffes d' <i>Atriplex canescens</i> à la station 2	58
38 à 43	Touffes d' <i>Atriplex canescens</i> à la station 3	60
44	Schéma du mode opératoire pour le dosage des fibres alimentaires et de la lignine	64
45	Schéma des mesures morpho-métriques effectuées sur les pieds d' <i>Atriplex canescens</i>	67
46	Le taux de Phosphore (P) chez l' <i>Atriplex canescens</i> et les Céréales	76
47	Le taux de calcium chez l' <i>Atriplex canescens</i> et les céréales	76
48	Le taux de cellulose chez l' <i>Atriplex canescens</i> et les céréales	77
49	Le taux de lipides chez l' <i>Atriplex canescens</i> et les céréales	77
50	Le taux de protéines chez l' <i>Atriplex canescens</i> et les céréales	78
51	Moyennes des paramètres morpho-métriques d' <i>Atriplex canescens</i>	79
52	Projection des trois stations échantillonnées sur le plan factoriel (F1x F2)	80
53	Projection des 90 touffes d' <i>Atriplex</i> dans le plan factoriel (F1xF2)	81
54	Diagramme de texture de la Station 3	84
55	Projection des 3 stations étudiées (S1, S2, S3) dans le cercle de corrélation	85

## Liste des abréviations

**A.P.G.:** Angiosperm Phylogeny Group

**B.N.E.D.E.R. :** Bureau national pour les études de développement rural.

**C.A.R.I. :** Centre d'actions et de réalisations internationales

**C.F.S. :** Conservation des forets de la wilaya de Saida.

**D.P.A.T. :** Direction de la planification et de l'aménagement du territoire.

**D.S.A. :** Direction des services agricoles.

**F.L.D.D.P.S. :** Fond de lutte contre la désertification et de développement du pastoralisme et de la steppe.

**G.C.A.:** Générale des concessions agricoles.

**H.C.D.S. :** Haut commissariat au développement de la steppe.

**I.N.R.F. :** Institut national de recherche forestière

**O.N.M.** Office National de météorologie

**P.N.D.A.R. :** Programme national de développement agricole et rural.

**P.P.D.R.I. :** Programme de proximité de développement rural intégré.

**P.R.E. :** Programme de relance économique.

**S.A.T.E.C. :** Société d'aide technique et de coopération.

**S.A.U. :** Surface agricole utile

## Table des matières

Remerciements	
Dédicace	
Résumés (Français, Anglais, Arabe)	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction.....	1
<b><u>Partie I :</u></b>	
<b><u>Chapitre I : Monographie du genre <i>Atriplex</i></u></b>	
<b>I.1. Dénominations usuelles des <i>Atriplexais</i> .....</b>	<b>4</b>
<b>I.2. Taxonomie de l'<i>Atriplex</i> dans le monde végétale.....</b>	<b>4</b>
I.2.1. Classification préphylogénétique.....	4
I.2.3. Classification phylogénétique (A.P.G.).....	5
<b>I.3. Caractéristiques botaniques et physiologiques .....</b>	<b>7</b>
I.3.1. La Morphologie .....	7
I.3.2. Caractéristiques physiologiques de l' <i>Atriplex</i> .....	10
I.3.3. Le polymorphisme.....	10
<b>I.4. Répartition géographique.....</b>	<b>11</b>
I.4.1. L' <i>Atriplex</i> dans le monde.....	11
I.4.2. L' <i>Atriplex</i> dans le bassin méditerranéen.....	11
I.4.3. L' <i>Atriplex</i> en Algérie.....	11
I.4.4. Répartition de quelques espèces d' <i>Atriplex</i> dans différents étages bioclimatiques	12

<b>I.5. Exigences écologiques</b> .....	15
I.5.1. Besoins en eau.....	15
I.5.2. Résistance à la salure.....	15
I.5.3. Résistance au froid.....	15
I.5.4. Conditions édaphiques.....	15
<b>I.6. Multiplication de l’<i>Atriplex</i></b> .....	16
I.6.1. Le semis -le semis en pépinière.....	16
I.6.2. Le bouturage.....	16
<b>I.7. Traitement de la semence</b> .....	17
<b>I.8. Utilité et utilisation</b> .....	17
I.8.1. Utilité.....	17
I.8.2. Utilisation.....	17

## **Chapitre II : Cadre physiographique de la zone d'étude.**

<b>II.1. Situation géographique de la wilaya de Saida</b> .....	20
II.1.1. Situation géographique de la commune d’Ain Skhouna.....	21
<b>II.2. Géographie</b> .....	21
II.2.1. Les caractéristiques physiques du relief .....	21
A) Le milieu montagnard .....	22
B) Les plateaux .....	22
C) Le milieu steppique .....	23
<b>II.3. Géologie</b> .....	23
II.3.1. Le Quaternaire .....	24
II.3.2. Le Tertiaire .....	24
II.3.3. Le Secondaire .....	24
II.3.4. Le Primaire .....	25

<b>II.4. Hydrologie</b> .....	26
<b>II.5. Pédologie</b> .....	28
II.5.1. Les sols alluviaux (peu évolués).....	28
II.5.2. Les sols bruns.....	28
II.5.3. Les lithosols.....	29
II.5.4. Les sols des plateaux telliens et des hautes plaines steppiques.....	30
<b>II.6. Occupations des sols</b> .....	30
II.6.1. L'espace agricole .....	31
II.6.2. L'espace forestier.....	31
II.6.3. Espace des parcours.....	34
<b>II.7. L'élevage</b> .....	36
<b>II.8. la population</b> .....	36

### **Chapitre III : Bioclimatologie de la zone d'étude**

<b>III.1 Les facteurs climatiques</b> .....	39
III.1.1 Les précipitations .....	39
A) Régime des précipitations annuelles.....	39
B) Régimes des précipitations mensuelles .....	40
C) Régimes saisonniers.....	41
III.1.2 Température .....	42
A) Températures moyennes minimales et maximales .....	42
B) Ecart thermique.....	44
<b>III.2.Synthèse bioclimatiques</b> .....	44
III.2.1 Indice d'aridité de Demartonne.....	44
III.2.2. Quotient pluviothermique d'Emberger :.....	45
III.2.3 Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN.....	46

<b>III.3. Autres paramètres climatiques</b> .....	47
III.3.1 Le vent .....	47
III.3.2 Gelé et sirocco.....	49
III.3.3 Humidité de l'air.....	50

## Partie II :

### Chapitre IV : Méthodologie

<b>IV.1. Localisation de la zone d'étude</b> .....	53
<b>IV.2. Choix des stations</b> .....	54
<b>IV.3. Méthodes d'études minérales et biochimiques de l'<i>Atriplex canescens</i></b> .....	61
VI.6.1. Préparation des échantillons.....	61
VI.6.2. Analyse physico-chimique.....	61
<b>IV.4 Méthode d'étude morpho métrique</b> .....	66
<b>IV.5. Méthodes d'étude pédologique</b> .....	68
IV.4.1. Analyses physiques .....	68
IV.4.2. Analyses chimiques .....	69
<b>IV.5. Traitement des données</b> .....	70

### Chapitre V : Résultat

<b>V.1. Profil biochimique de l'<i>Atriplex canescen</i></b> .....	72
V.1.1. Taux d'humidité, de la matière sèche de la matière minérale.....	72
V.1.2. Taux en éléments minéraux .....	73
V.1.3. Taux de la matière organique, de l'azote protéique et de la matière grasse.....	74
V.1.4. Taux des fibres alimentaires et de la lignine .....	74
<b>V.2. Besoins en éléments minéraux</b> .....	75
<b>V.3. Cellulose et fraction lipoprotéique de l'<i>Atriplex canescens</i></b> .....	77
<b>V.4. Données morpho-métriques</b> .....	79
<b>V.5. Paramètres pédologiques</b> .....	82

**Chapitre VI : Discussion**

<b>VI.1.Variabilité biochimique .....</b>	<b>87</b>
<b>VI.2.Variabilité morpho métrique.....</b>	<b>90</b>
<b>VI.3.Variabilité pédologique.....</b>	<b>93</b>
<b>.Conclusion .....</b>	<b>96</b>
<b>Références bibliographiques</b>	

# *Introduction*



## Introduction

La désertification est une problématique environnementale majeure pour le 21<sup>ème</sup> siècle (World Bank, 2002). Elle résulte d'un déséquilibre dans les interactions dynamiques entre plusieurs éléments dans l'écosystème, le climat, le sol, la végétation et l'homme. Selon la FAO (1992), la désertification est la dégradation des terres dans les écosystèmes secs, résultant d'activités humaines mal contrôlées.

Dans l'écosystème steppique Algérien, la désertification est le phénomène le plus spectaculaire qu'a connu la population ces dernières années (Wael et al., 2009). L'alfa (*Stipa tenacissima L.*), espèce steppique vivace reconnue pour sa grande résistance à la sécheresse, régresse dans son milieu «naturel». Sa rusticité semble ne plus lui apporter d'avantage face à une sécheresse persistante et un rouissage naturel très long en absence d'exploitation rythmée (Hellal et al., 2007). Ces changements survenus à ces régions imposent la réflexion sur les possibles stratégies à entreprendre en vue de valoriser et de développer ces régions.

La désertification en Algérie concerne essentiellement les steppes des régions arides et semi-arides qui ont toujours été l'espace privilégié de l'élevage ovin extensif (Le Houérou, 1992). Ces parcours naturels, qui jouent un rôle fondamental dans l'économie agricole du pays, sont soumis à des périodes de sécheresse récurrente et à une pression anthropozoogène croissante. Ils ne cessent de subir des dégradations de plus en plus accentuées de toutes les composantes de l'écosystème (flore, couvert végétal, sol et ses éléments, faune et son habitat). Ces dégradations se traduisent par la réduction du potentiel biologique et par la rupture des équilibres écologiques et socio-économiques (Le Houérou, 1985 ; Bedrani, 1999).

La dégradation débute par une altération de la végétation et une modification de la composition floristique, les espèces les plus appréciées se raréfient et disparaissent du milieu steppique. Ainsi, le couvert végétal s'éclaircit et par conséquent, la production des parcours s'amenuise pour ne plus offrir les quantités suffisantes en fourrage pour le cheptel. Le sol, de moins en moins protégé par la couverture végétale, est soumis à l'action mécanique des précipitations provoquant ainsi une modification des états de surface. La matière organique, un des éléments déterminants des propriétés des sols, diminue considérablement et où la faiblesse de la stabilité structurale et la réduction de la porosité accroissent la

destruction progressive du sol. Une spirale de dégradation, ainsi constituée sans intervention, conduira à une désertification irréversible (Cari, 2003).

La politique de lutte contre la désertification, depuis l'indépendance en 1962, s'est confrontée aux formes de participation des pasteurs et des agro-pasteurs à la gestion des parcours steppiques. La création du Haut Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS), en décembre 1981, a redynamisé la relation « administration & éleveurs » (Kacimi, 1996 ; MADR, 2007). Les bénéficiaires participaient aux projets de réhabilitation des zones steppiques dégradées.

L'utilisation des plantations pastorales à *Atriplex canescens*, par le Haut Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS), constitue une approche prometteuse dans la lutte contre la désertification. Outre sa qualité fourragère, l'*Atriplex* possède un système racinaire très développé fixant les couches supérieures du sol et peut être utilisé comme moyen de lutte contre la désertification. Il constitue un matériel biologique de choix pour l'enrichissement de la flore et la protection du sol dans les zones arides (Belkhodja et Bidai, 2004 ; Essafi et al., 2007 ; Le Houérou, 2006).

Des essais de repeuplement par l'*Atriplex canescens*, originaires d'Amérique du nord, ont été effectués par le HCDS (Le Haut Commissariat au Développement de la Steppe) en 2003, pour réhabiliter des écosystèmes steppiques dégradés dans la steppe occidentale d'Algérie. Cette étude permet d'évaluer par des mesures morpho-métriques et biochimiques l'impact de l'utilisation des plantations pastorales à *Atriplex canescens* avec un mode de pâturage en rotation ou pâturage contrôlé (mises en repos). Les résultats préliminaires escomptés à travers cette étude mettent l'accent sur le rôle primordial de la mise en repos qui a favorisé la restauration de ces steppes en induisant une dynamique positive de la végétation ce qui a permis à l'*Atriplex canescens* de retrouver sa diversité originelle.

# *Partie I*

*Chapitre I:*

*Monographie de l'Atriplex*

## **Chapitre I : Monographie du genre *Atriplex***

### **I.1. Dénominations usuelles des *Atriplex*ais**

Les chénopodiacées est une famille cosmopolite qui inclut plus de 1400 espèces d'herbes et d'arbustes. *Atriplex* est l'un des genres de cette famille (Goodin, 1979). Il est représenté par 200 espèces dont cinq seulement ont un réel intérêt pratique : *Atriplex halimus*, *Atriplex canescens*, *Atriplex nummularia*, *Atriplex glauca*, *Atriplex mollis*, (Le Houérou et Pontanier, 1988).

Nom arabe : « *Guetef* », il est connu à l'Ouest algérien et au Maroc sous le nom de « *Chenane* ».

### **I.2. Taxonomie de l'*Atriplex* dans le monde végétale**

Selon la classification classique, basée surtout sur les caractères morphologiques, le genre *Atriplex* avec environ 417 espèces est le plus grand dans la famille des Chenopodiaceae (Franclet et Le Houérou, 1971). Pour la classification récente (A.P.G.), sur des bases phylogénétiques et la biologie moléculaire (analyse cladistique), la famille des Chenopodiaceae est incluse dans la famille des Amaranthaceae dont le genre *Atriplex* compte quelques 300 espèces (Judd *et al.*, 2002).

Nous pouvons donc présenter la systématique du genre *Atriplex* selon les deux classifications comme suit :

#### **I.2.1. Classification préphylogénétique (Quézel et Santa, 1983)**

- ✓ Embranchement : Spermaphytes
- ✓ Sous-embranchement : Angiospermes
- ✓ Classe : Dicotylédones
- ✓ Sous-classe : Apétales
- ✓ Ordre : Centrospermales
- ✓ Famille : Chénopodiacées
- ✓ Genre : *Atriplex*

**I.2.3. Classification phylogénétique (A.P.G.) (Guignard et Dupont, 2004)**

- ✓ Règne : Plantae
- ✓ Sous-Règne : Tracheobionta
- ✓ Embranchement : Spermatophyta
- ✓ Sous- Embranchement : Magnoliophyta (Angiospermes)
- ✓ Classe : Magnoliopsida (Dicotylédones)
- ✓ Sous-classe : Caryophyllidae
- ✓ Superordre : Caryophyllanae
- ✓ Ordre : Caryophyllales
- ✓ Famille : Amaranthaceae
- ✓ Genre : *Atriplex*

Les familles des halophytes et leurs richesses en genres et espèces sont reportées dans le Tableau 1.

**Tableau 1** : Liste approximative des halophytes méditerranéennes (Le Houérou, 1993)

familles	genres	Nombre de genres	Nombre d'espèces
Plumbaginacées		7	301
	Limonium		280
	Limoniastrum		5
	Armeria		5
	Acantholimon		4
	Goniolimon		3
	Phylliostachys		3
	Limonopsis		1
Chénopodiacées		45	262
	Salsola		75
	Atriplex (incl. Halimione Cremnophyton et Blackiella)		50
	Suaeda		25
	Bassia (incl. Chenolea)		16
	Salicornia		11
	Anabasis (incl. Fredolia)		9
	Hammada		6
	Agathophora		5
	Climacoptera		5
	Corispermum		5
	Cornulaca		4
	Camphorosoma		3
	Halotis		3
	Halothamnus (incl. Aellenia)		3
	Sarcocornia		3
	Gamanthus		2
	Halocharis		2
	Halogeton		2
	Halopeplis		2
	Haloxylon		2
	Kochia		2
	Petrosimonia		2
	Polycnemum		2
	Traganum		2
	Arthrocnemum		1
	Beta		1
	cyathobasis		1
	Cyclocoma		1
	Girgensohnia		1
	Halanthium		1
	Halimocnemis		1
	Halocnemum		1
	Halostachis		1
	Halotis		1
	Kalidium		1
Krascheninnikovia	1		
Maireana	1		
Microcnemum	1		
Nucularia	1		
Ophaiston	1		

I.3.

## Caractéristiques botaniques et physiologiques

### I.3.1.La Morphologie

La Morphologie externe d'*Atriplex canescens* est illustrée par la fig.1.

#### -La Tige

Elle est érigée, dressée et très rameuse. Les rameaux dressés, puis étalés, arrondis ou obtusément anguleux, blanchâtres sont souvent plus ou moins effilés (Maire, 1962).

#### -La Feuille

Elle est assez grande de 2 à 5 cm, en général deux fois plus grande que large. Les feuilles sont alternées, brièvement pétiolées, un peu épaisses et charnues, ovale, parfois hastées plus ou moins aiguës et même acuminées, et obscurément trinervées à la base, à nervure médiane seule un saillante au-dessous, à réseau de nervures avec terminaisons libres dans les mailles. Elles sont uniformes lisses aussi un peu cendrées et en même temps blanches argentées sur les deux faces (Maire, 1962).

#### -La Fleur

La fleur est monoïque, de couleur jaune, à glomérule ordinairement multiflore formant des épis denses et courts, nus, groupés en panicules plus ou moins feuillus (Maire, 1962).

La formule florale traduit le diagramme. Pour une fleur donnée, elles rendent compte de sa structure et de la composition des différents verticilles.

La formule florale des chénopodiacées se présente généralement comme suit :

$$5 S + 5 E + 2 \text{ ou } 3 C$$

Pour L'*Atriplex halimus* elle est de :

$$5 S + 5 E + 2 C$$

S : sépale.

E : étamine

C : carpelle



**-Le Fruit :**

Il est membraneux, composé par les deux bractéoles indurées dentées ou entières, lisses ou tuberculeuses farineuses pubescentes droites ou récurvées.

Les fruites d'*Atriplex* sont très broutés par les herbivores (Ozenda, 1964 et 1982).

**-La Graine**

Elle est entourée par un péricarpe membraneux de 2 mm de diamètre, de couleur brune foncée, aplatie en une lentille disposée suivant les genres dans un plan vertical ou horizontale.

Les graines d'*Atriplex halimus* présentent une grande habilité à germer sous les conditions fortement salines, la germination semble être un stade de forte sensibilité au stress salin (Quezel et Santa, 1962).

**-L'appareil reproducteur**

Les *Atriplex* développent des fleurs unisexuées. On distingue deux types de fleurs selon la présence ou l'absence de périanthe et pré feuille : fleur male et fleur femelle.

La présence, chez *Atriplex halimus* de glomérules de fleurs males à la partie supérieure de l'inflorescence et fleurs femelles à la base a été décrite par Nègre (1961).

**➤ La Fleur mâle**

Le sépale est presque libre, obovale, très furfuracé sur le dos, obtus infléchi (Maire, 1962). On trouve aussi cinq tépales, de couleurs jaunes. La fleur est actinomorphe, composée d'un périanthe constitué de cinq pétales soudés seulement à la base et de cinq étamines bien développées.

**➤ La Fleur femelle**

A deux pré feuilles de couleur verdâtre, ce type de fleur est également actinomorphe, et sans périanthe. Elle possède deux pré feuilles opposées, des forme triangulaire, l'ovaire uniforme, uniovulé et surmonté par deux stylets filiformes soudés.

L'inflorescence est en grappes allongées et un peu ramifiées, en panicules terminales parfois spiciformes.

La floraison se déroule entre les mois de Mai et de Décembre.

**-La Racine**

*L'Atriplex* se caractérise par une grosse racine tout d'abord étalé oblique puis s'enfonçant verticalement dans le sol. Les racines son formées de radicelles blanchâtres.

La croissance racinaire est souvent un indicateur de la capacité de la plante à s'adapter à la sécheresse (Johnson *et al.*, 1991).



**Figure 1** : Morphologie externe d'*Atriplex canescens* (Britton et Brown; 1913).

### **I.3.2. Caractéristiques physiologiques de l'*Atriplex***

Le déficit en eau enregistré depuis longtemps et la progression de la salinité dans les régions arides exigent des stratégies éco physiologiques pour sauvegarder et réhabiliter ces sols.

Dans les régions arides et semi-arides, la salinité des sols est une contrainte pour le développement des plantes (Lauchli et Eptein, 1990, Higazy *et al.*, 1995) et une menace pour l'équilibre alimentaire (Kinet *et al.*, 1998). Les données actuelles indiquent que dans le bassin Méditerranéen les sols salés s'étendent sur 16 millions d'hectares dont 3,2 millions en Algérie (Hamdy, 1999). Certaines espèces végétales, sur ces sols, sont menacées d'extinction, d'autres manifestent des mécanismes d'adaptation (Batanouny, 1993) exprimés par des modifications du métabolisme cellulaire (Hare et Cress, 1997).

En effet, dans les milieux salés, les plantes ajustent osmotiquement (Goldhirs *et al.*, 1990) leur contenu cellulaire en synthétisant des acides aminés comme la proline (Ashraf et McNeilly, 2004). L'accumulation de la proline est l'une des stratégies adaptatives déclenchées par la plante face aux contraintes de l'environnement (Belkhodja et Benkabilia, 2000).

Chez les halophytes, la proline est un marqueur intéressant pour évaluer leur résistance au stress salin. Ces plantes possèdent en effet des capacités pour maintenir un potentiel hydrique interne bas sous la contrainte saline du milieu créant une pression de turgescence suffisante pour leur croissance sans affecter leur métabolisme (Heyser *et al.*, 1989).

### **I.3.3. Le polymorphisme**

L'*Atriplex* est polymorphe, il se trouve dans les rocailles, les talus argileux et les zones d'épandage plus ou moins salées (Quezel et Santa, 1962).

L'espèce présente une variabilité morphologique au niveau du port, la forme et la taille des feuilles (Benchaabane, 1998).

## **I.4. Répartition géographique**

Les *Atriplexais*, espèces très appréciées par le cheptel, supportent bien les conditions climatiques et pédologiques des régions arides et semi-arides. Leurs aires de répartition se réduisent de plus en plus, par suite du surpâturage et du manque de stratégie de gestion de ces parcours (Benchâabane, 1997).

### **I.4.1. L'*Atriplex* dans le monde**

Les plantes du genre *Atriplex* sont présentes dans la plupart des régions du globe (Kinet *et al.* , 1998). L'*Atriplex* est présent au Sud et au Sud-Ouest de l'Europe. On le trouve aussi en Afrique septentrionale, au Sud-Ouest de l'Asie et au Chili. Il s'est diversifié en Australie (Anonyme, 1980).

Les *Atriplex* représentent également les caractéristiques des régions arides où le phénomène de désertification prend des dimensions alarmantes (Le Houérou, 1992).

L'*Atriplex canescens* est originaire du Mexique et du Canada.

### **I.4.2. L'*Atriplex* dans le bassin méditerranéen**

Les *Atriplexais* du bassin méditerranéen sont localisés dans les étages bioclimatiques semi-arides et arides ; exception faite pour l'*Atriplex halimus* qui s'étend jusqu'à l'étage humide le long du littoral.

### **I.4.3. L'*Atriplex* en Algérie**

L'*Atriplex* est présent dans les zones steppiques : Tébessa, Biskra, Boussaâda, Djelfa, Tiaret et Saida, aux alentours des Chotts : à Chott El-Gharbi (Benabadji, 1999), à El Bayadh (Chott El-Chergui), Mécheria et Tissemsilt.

Il se développe aussi dans les zones littorales, notamment à Mostaganem et aux alentours de la Sebkhâ d'Oran (Ghezlaoui, 2001).

- **Superficie de L'*Atriplex* en Algérie :** En Algérie les *Atriplexaies* occupent près d'un million d'hectare plus ou moins dégradé (Ouadah, 1982). Ils sont très appréciés par le bétail (Froment, 1972).

**I.4.4. Répartition de quelques espèces d'*Atriplex* dans différents étages bioclimatiques**

-*Atriplex canescens* (Figure 2 et 3) :

Il est cultivé dans les étages semi-arides, arides supérieurs et moyen à hivers chauds à froids.

-*Atriplex halimus* var *halimus* :

Il est spontané et cultivé dans les étages humide, subhumide, semi-aride et aride supérieur à hivers chauds à froids.

-*Atriplex glauca* :

Il est spontané et cultivé dans les étages semi-aride et aride à hivers chauds à froids. Il se développe spontanément dans l'étage saharien supérieur à variantes à hivers chauds à frais.

-*Atriplex semi baccata* :

Il est cultivé dans les étages semi-aride et aride, variantes à hivers chauds à frais .il est spontané dans l'étage aride à hivers chauds à tempérés.

-*Atriplex vesicaria* :

Il est cultivé dans les étages semi-aride, aride supérieur et moyen à hivers chauds à froids.

-*Atriplex nummularia* (Figure 4 et 5) :

Il est cultivé dans l'étage sub-humide, semi-aride et aride supérieur moyen et inférieur à hivers chauds à froids (D.S.A, 1985).



**Figure 2 et 3 :** Formation d'*Atriplex canescens* en bon état dans la commune d'ain Skhouna/Saida (19 février 2014).





**Figure 4 et 5 :** Formation d'*Atriplex nummularia* en bon état dans la commune de Maâmora/Saida.



## **I.5. Exigences écologiques**

### **I.5.1. Besoins en eau**

La plupart de ces espèces se rencontrent dans des régions à pluviométrie variant de 200 à 300 mm/an. Certaines espèces ou variétés poussent sur des sols gorgés d'eau plus au moins en permanence (*Atriplex Portulacoides* var *Laevis*). D'autres s'accommodent à des sols très secs (*Atriplex halimus* var *scheinfurthii*, *Atriplex glauca*). Cette résistance à la sécheresse est en corrélation avec la résistance à la salure (Anonyme, 1980).

### **I.5.2. Résistance à la salure**

Les fortes doses de sels solubles tels que NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MgCl ou CaSO<sub>4</sub>, exercent une action nuisible sur les plantes soit directement par intoxication nutritionnelle provoquant un dysfonctionnement de l'absorption, soit par accumulation de produits toxiques dus au dérèglement du métabolisme (Anonyme, 1980).

Les *Atriplexais* cultivées supportent des salures élevées et permettent d'utiliser des sols et des eaux généralement considérées comme inaptées à l'agriculture.

### **I.5.3. Résistance au froid**

Le genre *Atriplex* évolue dans un intervalle de température de 0 à 12°C :

- *Atriplex nummularia* résiste à des températures hivernales de 8 à 12° C.
- *Atriplex canescens* résiste à des températures très basses de l'ordre de 1,5 °C.
- *Atriplex halimus* résiste aux gelées jusqu'à des moyennes des minima de janvier voisines de 0°C.

### **I.5.4. Conditions édaphiques**

L'*Atriplex* est très peu exigeant en conditions édaphiques. Il prospère sur tous les sols qu'ils soient argileux, gypseux, marneux ou halomorphes. Il se maintient le plus souvent autour des Chotts caractérisés par la présence de sels (Froment, 1972).

Ils sont cultivés sur plusieurs types de sols. Les exigences édaphiques de chaque espèce



peuvent être énumérées comme-suit :

-*Atriplex halimus* : Il se développe sur des affleurements de marnes plus ou moins gypseuses, les affleurements salifères, les sols squelettiques soumis aux embruns marins sous les sols halomorphes.

- *Atriplex glauca* : Il se rencontre sur des sols gypso-salins, bien drainés, sur des croûtes gypseuses légèrement salées et sur les marnes gypseuses plus ou moins salifères.

-*Atriplex nummularia* : Il est cultivé sur les sols les plus variés : sols à croûtes calcaires, gypseux, et de texture variable (D.S.A., 1985).

## **I.6. Multiplication de l'*Atriplex***

Les *Atriplex* peuvent être multipliés par graines, boutures ou éclats de souches. Ils peuvent aussi être installés soit directement aux champs soit subir une préparation en pépinière et transplanter en automne en mottes.

### **I.6.1. Le semis -le semis en pépinière**

C'est la méthode de multiplication la plus simple. Elle permet d'obtenir rapidement un grand nombre de plants.

### **I.6.2. Le bouturage**

#### **➤ Le bouturage en pépinière**

Les boutures d'*Atriplex*, utilisées généralement avec le maximum de réussite, sont constituées par des rameaux feuillés possédant le bourgeon apical et les bourgeons latéraux.

Les meilleures boutures sont celles prélevées sur des plants âgés de moins d'un an, ou sur des repousses d'un an obtenues sur anciens plants. La reprise des boutures est meilleure sur un sol bien aéré et humide.

#### **➤ Le bouturage en pleine terre**

Comme en pépinière le bouturage en pleine terre est certainement possible. Le sol doit être nécessairement humide au moment de la mise en place des boutures à racine découvert.

➤ **Les éclats de souches**

Cette méthode donne des résultats aléatoires. Le prélèvement des éclats de souches est assez difficile et leur quantité est assez réduite. Cette méthode ne semble pas offrir davantage sur la méthode de bouturage (D.S.A, 1985).

### **I.7. Traitement de la semence**

L'inhibition qui existe chez presque toutes les espèces d'*Atriplex* (excepté *Atriplex glauca*) est levée soit par un trempage des semences dans l'eau pendant quelque heures (24h tout en changeant l'eau plusieurs fois de façon à éliminer les substances inhibitrices), soit par l'élimination mécanique partielle ou totale des valves fructifères (Springfield, 1964 in D.S.A, 1985).

### **I.8. Utilité et utilisation**

#### **I.8.1. Utilité**

De nombreuses recherches (plus de 420 documents scientifiques) ont montré l'intérêt de l'*Atriplex* pour l'élevage particulièrement aux états unis, en Afrique et en Australie. Un spécialiste Australien écrivait à juste titre « les *Atriplex* et les *kochia* constituent le support principal de l'industrie pastorale des régions sèches d'Australie ».

Les qualités remarquables des *Atriplex* notamment leur rusticité, leur richesse en protéines et leurs périodes de production (été, automne) en font un outil irremplaçable dans la mise en valeur pastorale des régions semi-arides et arides. L'*Atriplex* peut fournir un appoint à l'alimentation en période de disette (Korso, 1999).

#### **I.8.2. Utilisation**

➤ **Capacité fourrager**

Selon Henni et Mehdadi (2012)., l'offre fourragère d'*Atriplex canescens* planté sur lit d'oued correspond à une charge animale de l'ordre de 1,7 têtes/ha/an proportionnellement à une production en biomasse foliaire égale à 620 kg MS/ha/an et une valeur énergétique estimée à 1,10 UFL/kgMS. L'offre de cette espèce plantée sur sebkha est de 500 kgMS/ha/an avec une valeur énergétique de

l'ordre de 0,89 UFL/kgMS soit 1,1 têtes/ha/an, alors que la faible production en biomasse foliaire d'*Atriplex canescens* planté sur glacis atteignant 230 Kg MS/ha/an avec une valeur énergétique de 0,89 UFL/kg MS ne peut satisfaire qu'une charge animale faible d'environ 0,5 têtes/ha/an.

➤ **Intérêt dans la production de bois de chauffage**

Les plantations bien conduites d'*Atriplex nummularia* peuvent produire 3,7 tonnes de bois par hectare ; la seconde année la production peut atteindre 5,87 tonnes de bois par hectare (Malet, 1969).

L'*Atriplex nummularia* fournit du bois nécessaire à la cuisson du pain et également à la production du charbon.

L'*Atriplex halimus* est une espèce très productrice de bois (Dutuit., 1997).

➤ **Alimentation humaine**

L'*Atriplex halimus* se prépare comme des épinards (D.S.A., 1985).

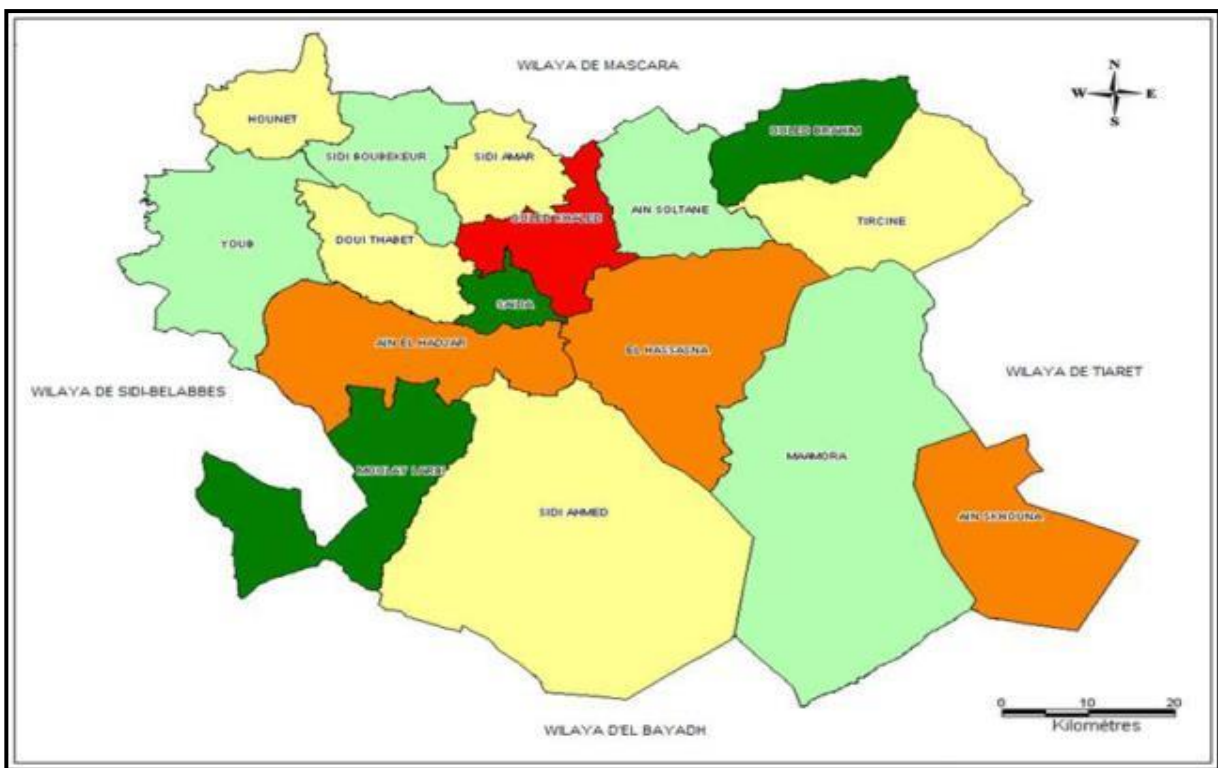
# *Chapitre II:*

## *Cadre Physiographique de la zone d'étude*

## Chapitre II : Cadre physiographique de la zone d'étude.

### II.1. Situation géographique de la wilaya de Saida

La zone d'étude est localisée au Nord-ouest de l'Algérie. Elle est limitée au Nord par la wilaya de Mascara, au Sud par celle d'El Bayadh, à l'Est par la wilaya de Tiaret et à l'Ouest par la wilaya de Sidi Bel Abbes (figure 6). La superficie totale de la wilaya s'élève à 6765,40 km<sup>2</sup> (D.P.A.T., 2012) avec une altitude comprise entre 700 et 1100 m positionnée entre les longitudes 0°35' Ouest et 0° 93' Est, les latitudes 34°32' et 35°17' Nord.



**Figure 6 :** Limite administratives de la wilaya de Saida (Source : D.P.A.T, 2012).

Labani (2005) rapporte que « dans les temps historiques, cette position de contact a fait vivre la région d'échanges avec la steppe et les régions présahariennes, cette économie d'échange très largement ouverte sur le Sud, convenait parfaitement au type de ressources qu'offre le territoire de la wilaya ». Le territoire de la wilaya se distingue ainsi par une palette d'entités géologiques, géomorphologiques, hydrogéologiques, bioclimatiques, pédologiques et sociales en plus des richesses naturelles importantes et variées.

### **II.1.1. Situation géographique de la commune d'Ain Skhouna**

La commune d'Ain Skhouna, site d'étude, est située dans les hautes plaines steppiques de l'Algérie occidentale et est limitée :

- Au Sud par la wilaya d'El Bayadh.
- A L'Est et au Nord par la Wilaya de Tiaret.
- A L'Ouest et au Nord par la commune de Maâmora.

La commune d'Ain Skhouna est issue du découpage territorial de 1984. Antérieurement à cette date une partie de son territoire faisait partie de la commune de Ouled Djerad (Wilaya de Tiaret), l'autre partie, Daiet Zraguet, faisait partie de la daïra d'El Hassasna (Wilaya de Saida). Ain Skhouna est située à la bordure Nord de la partie orientale du Chott Chergui, à une altitude de 1000 m.

## **II.2. Géographie**

La wilaya de Saida correspond en fait à une extension du territoire sur deux domaines naturels bien distincts que sont l'Atlas tellien au Nord et les hautes plaines steppiques au Sud. Dans ce contexte la wilaya de Saida est délimitée sur le plan naturel à l'Ouest et au Nord-Ouest par les Monts de Daya, successivement par les lignes de crêtes des Djebels Tazenaga, Tennfeld, Nser et El Assa. Au Nord et Nord-Est par les Monts de Saida, successivement par les lignes de crêtes des Djebels Yehres, Bel-Hadj, Bel Aoued, Mekhnez et Touskiret. A l'Est, la limite correspond à l'extrémité Est du Djebel Sidi Youssef qui appartient à l'ensemble orographique des Monts de Saida. Le territoire de la wilaya s'ouvre sur les hautes plaines steppiques par le Sud et le Sud-Ouest.

Le cadre physique régional de la wilaya de Saida correspond aux conditions du tell et des hautes plaines steppiques occidentales. D'une manière générale, il se présente sous forme de plateaux ondulés associés aux de Monts de Frenda, de Saida, de Daya et de Tlemcen qui dominant au Nord les bassins intérieurs et s'inclinent lentement vers les hautes plaines steppiques. Leur aspect tabulaire contraste avec le relief des chaînes qui ont la structure complexe de l'Atlas Tellien (SATEC, 1976).

### **II.2.1. Les caractéristiques physiques du relief**

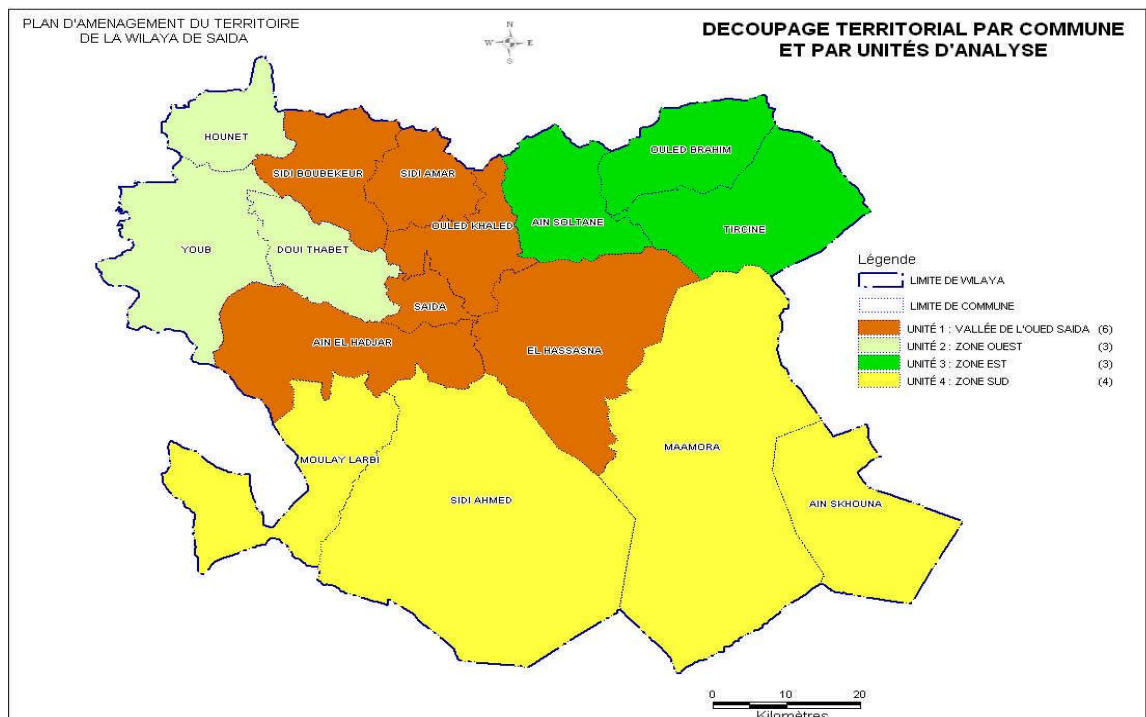
À l'exception du Sud de la wilaya où le paysage s'ouvre sur les hautes plaines steppiques, le domaine est partout ailleurs relativement montagneux constitué par les Monts de Daya et de Saida. Il

s'agit donc d'un contraste bien net entre le Sud et le Nord de la wilaya. La limite entre les deux milieux, montagneux et sud, correspond à la ligne de partage des eaux de petits djebels au nord de Moulay Larbi et du djebel Sidi Youssef. De part et d'autre part de cette ligne l'écoulement des eaux se fait au Nord dans le milieu montagneux et le régime hydrographique est de type endoréique ; et vers le Sud dans le milieu steppique où le régime hydrographique est de type exoréique. Ce territoire n'a donc pas de caractère homogène : il se caractérise par une alternance de milieux très contrastés dont les grands ensembles sont au nombre de trois :

**A- Le milieu montagnard :** Il est constitué par une série de djebels généralement orientés vers Sud-Ouest Nord-Est, peu accentués et aux dénivellations peu importantes conférant à l'ensemble orographique une allure tabulaire ondulée. Une série d'oueds pérennes courants dans des fonds de vallées plus au moins aérées : il s'agit d'Ouest en Est des vallées de l'oued Mellala qui rejoint celle de l'oued Sefioun, et de l'oued Berbour. Oued Tala Amrane qui à la confluence de l'oued Sefioun devient la vallée de l'oued Hounet, de l'oued Saïda, de l'oued El Khachba et de l'oued Tifrit devenant la vallée de Sidi Mimoune plus au Nord et de l'oued El Abd qui débouche sur la plaine de Beranis au Nord-Est. Les altitudes sont élevées (1000 m en moyenne) et déclinent progressivement des sommets à la base ; les dénivellements sont en moyenne de l'ordre de 300 m et les points les plus élevés au culminants se trouvent sur le djebel Sidi Youcef ( Koudiat Si Elkbir à 1339 m ). Au sud de ces plateaux ondulés se trouve une zone de contact avec les hautes plaines steppiques. Il s'agit de la plaine des Maalifs (ou plaine de Hassasna- Moulay Larbi) située à des altitudes très peu variables d'une moyenne de 1100 m (figure 7).

**B- Les plateaux :** Ils se localisent dans la partie Sud de la wilaya et concernent la région des communes de Sidi Ahmed et de Maâmor. Ils constituent un véritable espace de transition entre la montagne et la steppe. Ce vaste plateau, à 1000 mètres d'altitude, était à l'origine d'un lieu de passage des pasteurs-nomades faisant la transhumance entre le Nord et le Sud. Il est aujourd'hui une véritable aire de sédentarisation de nombreuses populations nomades et montagnardes. Elles cultivent désormais les céréales, le fourrage et élèvent d'importants troupeaux de moutons (SAHLI, 1997)..

**C- Le milieu steppique :** Il est caractérisé par des altitudes moyennes de l'ordre de 1100 m ; les plus hautes atteignent 1200 m et les plus basses oscillent entre 1000 et 1100 m. la dénivellation est ici encore, peu importante, soit moins de 200 m. Cet espace est caractérisé par l'aridité du climat, la faiblesse des précipitations, leur irrégularité et les effets néfastes du sirocco. Le substrat à dominance calcaire est exposé à l'érosion éolienne.



**Figure 7 :** Découpage territorial par commune et par unités d'analyse (Source : D.P.A.T., 2008).

### II.3. Géologie

Le territoire de la wilaya de Saida est constitué essentiellement de terrains secondaires ; généralement de grès Jurassiques et Crétacés à dureté variable suivant le degré de consolidation de même que des couches calcaires, marneuses ou dolomitiques (figure 8). Les dépressions et les vallées sont recouvertes par des terrains d'origines continentales (fluviales et éoliennes) d'âge Tertiaire (Mio-Pliocène) et Quaternaire de manière étendue. Une formation plus ou moins épaisse de strates rougeâtres, sablo-argileuses d'âge Tertiaire où un recouvrement de croûte calcaire y est rencontré de façon variable ; cet encroutement représente une fossilisation de la surface topographique constituée par des alluvions



tertiaires continentales (Lucas, 1952). La succession stratigraphique et lithologique est représentée par des formations allant du Primaire au Quaternaire avec toutefois des lacunes stratigraphiques de même que des variations latérales de faciès et d'épaisseurs (Labani, 2005) :

**II.3.1. Le Quaternaire :** Il se distingue par des dépôts alluviaux de limons et de cailloutis (Oued Saida) des couches calcaires concrétionnées (croûte). Ils comblent les grandes dépressions et vallées, constituées de travertins à végétaux (affleurement à Saida et à Tifrit) ou de limons plus ou moins sableux recouvrant les carapaces calcaires.

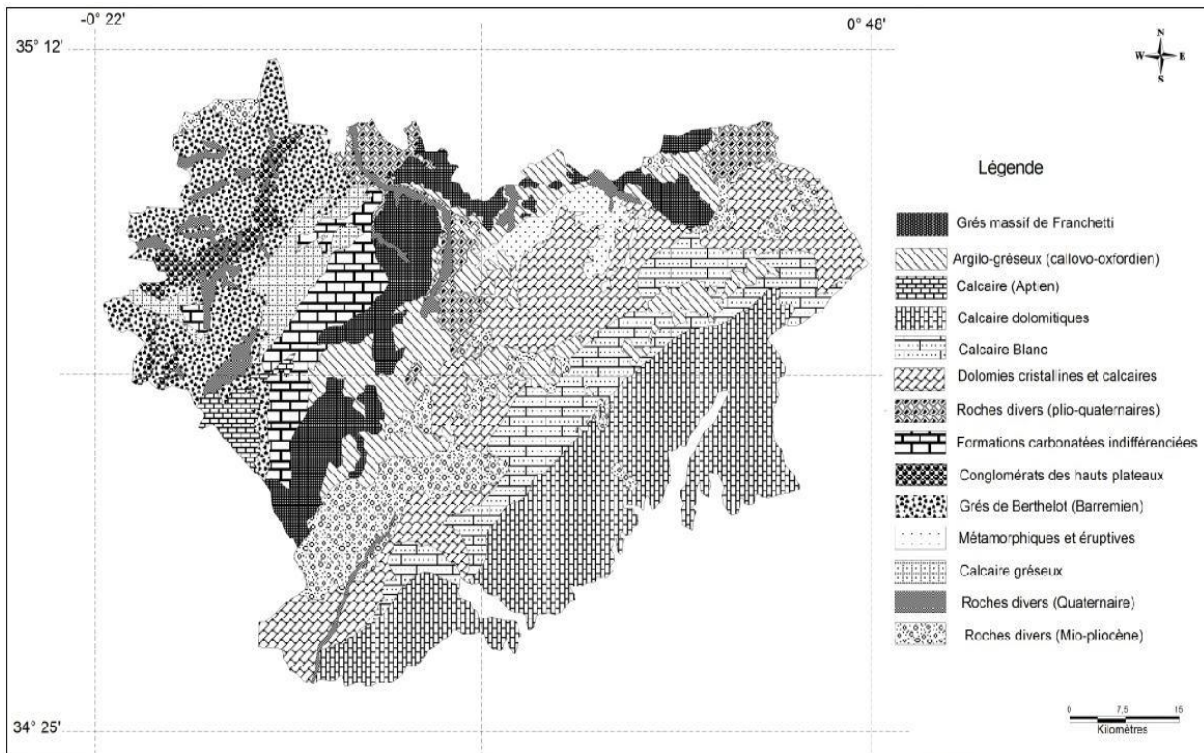
**II.3.2. Le Tertiaire :** Les terrains tertiaires datés du Miocène et du Pliocène sont essentiellement formés d'argiles sableuses et gypseuses avec des niveaux calcaires, des niveaux à graviers ou galets avec parfois des niveaux de bases grossières plus ou moins lenticulaires. L'ensemble peut atteindre une assez grande épaisseur comme à Chott Ech-cherghi (superficie sub-tabulaire). Il affleure également près d'Ain El Hadjar au Nord du plateau de Hassasna ainsi qu'au Nord de Saida.

**II.3.3. Le Secondaire :** Il est représenté dans la région par une épaisse série sédimentaire, riche en formations carbonatées qui repose en discordance sur le socle Primaire. Le jurassique inférieur débute au sommet par un Toarcien marno-calcaire, qui change d'un endroit à un autre par exemple des marnes noduleuses (Ain Balloul) ou dolomitiques gris à rouges (Sidi Abdelkader) ou calcaires marneux (gorge d'Oued El Abd). Le Domérien est constitué par des calcaires jaunâtres. Il est représenté à la base par un ensemble calcaire à concrétion et à stratification souligné par des intercalations marneuses surmontées par une série dolomitique dont la base est constituée d'un ensemble de dolomies micro-cristallines (au Nord d'Ain El Hadjar, Oued Balloul et près de la cascade de Tifrit).

La lithologie demeure sensiblement constante avec une dolomite micro-cristalline grise à gris foncé où les faciès brechoïdes sont fréquents. Le Trias de haut de la série débute par une formation grise-rougeâtre passant à des dolomies plus tendres dont l'épaisseur est assez importante dans la région de Saida. Cette formation est surmontée par un ensemble d'argiles rouges à concrétions ferrugineuses comprenant au sommet une forte intercalation de carbonate d'argiles devenant progressivement blanchâtre. Il affleure près de Tifrit, un membre basaltique avec trois coulées séparées par de minces passées calcaires marneux plus ou moins dolomies verdâtres à rougeâtres associées à des tufs dolomitiques gris verdâtres clairs. La série se poursuit par des argiles siliceuses rouges et noires des poussées de gypse noir, des argiles gypseuses feuilletées, parfois même à des dolomies gréseuses à

ciment gypseux. Les dépôts détritiques grossiers lenticulaires sont présents dans cette série avec conglomérat noir à rougeâtre à gros éléments volcaniques évoluant progressivement en un grès arkosique grossier (Oued Tiffrit).

**II.3.4. Le Primaire :** Il est représenté par les schistes et les quartzites de Tifrit. Cet ancien ensemble, daté du Silurien très plissé, affleure dans la vallée d'oued Tifrit et les vallées affluentes. À l'intérieur de cet ensemble est notée la présence d'intrusions granitiques et granulitiques ainsi que des coulées de laves basaltiques. La tectonique de la région se traduit par une tectonique souple soulignée dans la région par des plissements et des ondulations des couches des différentes formations géologiques. La tectonique cassante a donné naissance à des rejets assez importants. Une série de synclinaux et d'anticlinaux orientés Sud-Ouest Nord-Est y bien représentée. Les anticlinaux présentent une direction anticlinale principale et plusieurs directions anticlinales perpendiculaires à celle-ci dont la principale dirigée Nord Sud passant par la vallée de Tifrit. La superposition de ces deux directions de plissement s'est traduite par la formation de vastes dômes à grands rayons de courbure, eux mêmes subdivisés en dômes plus petits du fait des directions anticlinales secondaires, donnant séparément des cuvettes. Ces dômes et ces cuvettes se remarquent d'ailleurs dans la topographie car le relief a plus ou moins épousé leurs formes. On a ainsi les dômes de Tifrit, Ain Soltane, Djebel Khenifer, Djebel Sidi Youcef et bien d'autres. Une grande cuvette s'étend au Nord du plateau de Hassasna dans la région d'Oum-Djrane, Oued Foufot, Tamesna et Tircine. Des structures faillées apparaissent à la périphérie des anticlinaux ; elles correspondent à l'accentuation des mouvements de plissement dans des matériaux relativement cassants et rigides tels que les calcaires et les dolomies. Les principales failles de la région s'alignent dans une grande direction l'une Nord-Est Sud-Ouest, l'autre Nord-Ouest donc plus ou moins perpendiculaire. Les failles périphériques s'incurvent d'ailleurs fréquemment, telle que la faille de Saida. On note ainsi de nombreuses failles droites de faibles rejets, sillonnant les formations calcaires dolomitiques en un réseau dense.



**Figure 8** : Carte géologique de la wilaya de Saida (Source : S.A.T.E.C., 1976).

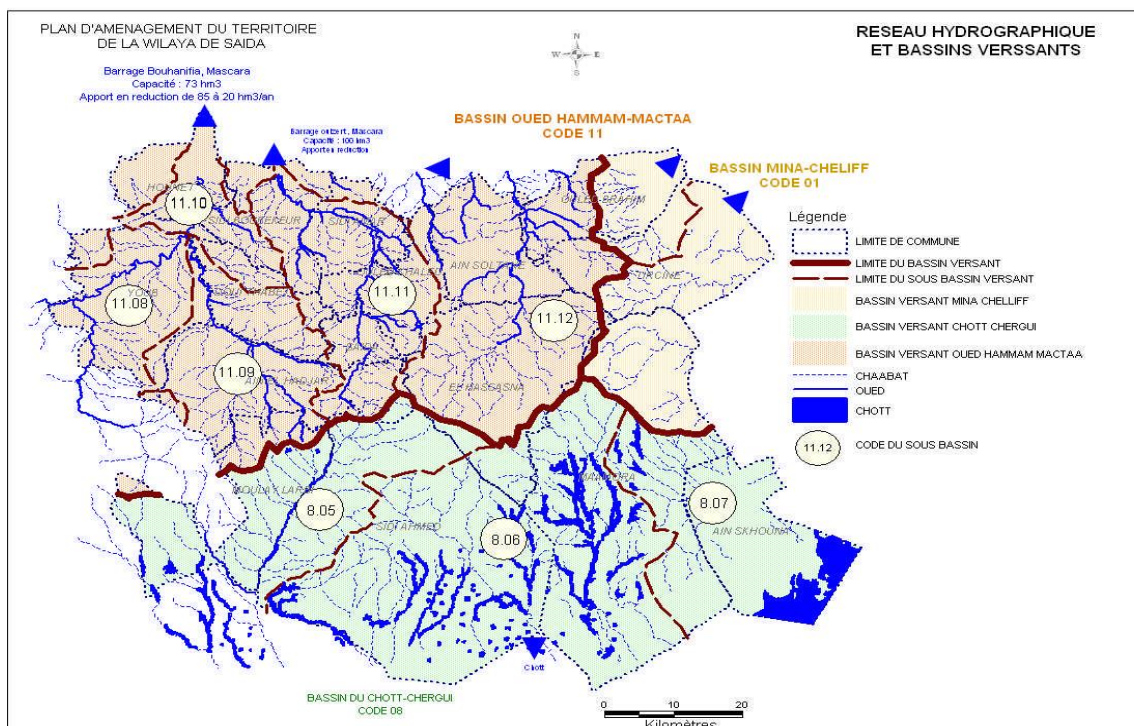
#### II.4. Hydrologie

Etant donné la disposition du plateau de Saida, légèrement bombé au centre et descendant en pente douce vers ses bordures, l'hydrographie de la région permet d'y distinguer plusieurs bassins superficiels (Deschamps, 1973 In Labani, 2005). Les plus importants sont (figure 9) :

- Bassin de l'oued Saida : il s'agit du haut cours d'eau de l'oued Saida, celui-ci prenant sa source près d'Ain El Hadjar (Ain-Tebouda Sud-Ouest d'Ain El Hadjar). La superficie du plateau dolomitique intéressée par ce bassin est d'environ 115 km<sup>2</sup>. L'oued est à écoulement durable. A Charrier (sidi Boubker), la superficie du bassin est de 560 km<sup>2</sup>. Ses nombreux affluents, dont les plus importants sont l'oued Nazreg, l'oued Massif et l'oued Taffrent, sont alimentés également à partir des sources de ruissellements sur les hauteurs des montagnes.
- Bassin de l'oued Tiffrit : Il s'agit du haut cours d'eau de l'oued Taria. L'oued Tiffrit prend sa source au plateau de Hassasna avec l'oued Foufot, il présente un écoulement pérenne. La partie du plateau dolomitique couverte par ce bassin peut être évaluée à 600 km<sup>2</sup>. A Taria, il couvre 1806 km<sup>2</sup>. Il

s'écoule dans une vallée assez profonde aux berges parfois escarpées, de nombreux affleurements viennent grossir l'écoulement de ces cours d'eau tels que l'oued Belloul et l'oued Minouma.

- L'oued Berbour à l'ouest des montagnes, qui est un important apport des oueds Bouatrous, conflue avec l'oued Sefioun pour donner l'oued de Hounet.
- Bassin d'oued El Abd : il s'agit du haut cours d'eau de l'oued El Abd, celui-ci prend sa source au Djebel Derkmous. Il présente un écoulement pérenne. A Takhemaret, la superficie du bassin versant de l'oued El Abd est de 560 km<sup>2</sup>.
- Bassin du Chott Ech-chergui : il s'agit de la bordure Nord de la dépression du Chott et la surface intéressant le plateau de Saïda. Il s'étend sur près de 250 km<sup>2</sup>. L'écoulement dans ce dernier bassin se fait vers le Sud (l'oued Falette), alors que dans les autres bassins, il s'effectue vers le Nord.



**Figure 9 :** Carte du réseau hydrographique et bassins versants de la wilaya de Saïda (Source :D.P.A.T., 2008).

## II.5. Pédologie

Les travaux de cartographie, de phytoécologie et de pédologie réalisés dans la région (S.A.T.E.C, 1976 ; Halitim, 1988 ; B.N.E.D.E.R, 2008 ; Terras, 2011) indiquent que les types de sols rencontrés sont (figure 10) :

### II.5.1. Les sols alluviaux (peu évolués)

Ces sols sont très répandus sur les lits des oueds, les dépressions et aux bordures du chott. Dans cette catégorie nous pouvons distinguer quatre types de sols :

➤ **Les sols alluviaux des plaines et des terrasses alluviales** : Ces sols sont les plus intéressants du point de vue de leur qualité édaphique, leur texture souvent équilibrée à lourde et leur profondeur appréciable généralement supérieure à 80 cm.

➤ **Les sols remaniés de Dayet Zeraguette** : Ces sols sont aussi d'origine alluviale mais se distinguent des autres sols de dayas parce qu'ils ont fait l'objet de travaux d'aménagement qui leur ont conféré des caractéristiques nouvelles par rapport aux sols alluviaux des dayas. Les sols de Dayet Zeraguette se caractérisent par une profondeur variant entre 50 et 80 cm, une texture lourde et quelques traces de salinité.

➤ **Les sols alluviaux des bordures de chott** : Ils sont localisés en bordures du chott Ech-cherghi suite à des dépôts d'alluvions sableux et limoneux. Ce sont des sols minéraux de très faible taux de matière organique avec une profondeur inférieure à 50 cm et une salinité un peu élevée. Ils sont généralement couverts par une mince pellicule de sables ou voile sableux dû à la déflation.

➤ **Les sols alluviaux des lits des oueds** : Ce sont des sols d'origines alluviales (limons et sables) déposés dans les larges lits des oueds (Oued Falette). Leur profondeur est très variable allant de 20 cm à plus de 100 cm. Lorsque les colluvions ne sont pas nombreuses, ces sols permettent de réaliser des emblavures de céréales en profitant de leur humidité.

### II.5.2. Les sols bruns

A cette catégorie appartient les sols bruns calcaires, les sols bruns à caractère vertique et les sols bruns rouges.

➤ **Les sols bruns calcaires**

Ils sont assez étendus sur les collines du Nord et Nord-Ouest de la wilaya (région de Daoud). Ils sont en général peu épais et pauvres en matière organique. Toutefois, leur épaisseur est variable même si elle atteint rarement 50 cm et ce sont les sols travaillés ou supportant des cultures céréalières qui sont plus profonds que les sols des parcours. Les pierres et les cailloux sont omniprésents dans ces sols et seuls quelques champs de la taille de dizaines d'hectares ont été épierrés. De plus, la croûte calcaire sous-jacente largement étendue affleure en divers endroits, de même que ces sols sont lessivés en surface par le ruissellement diffus (décapage).

➤ **Les sols bruns à caractère vertique**

Ils s'étendent en général sur la partie méridionale à l'intersection des deux faces tellienne et steppique allant du Sud-Ouest à l'Est de la wilaya (plateau de Hassasna- Moulay Larbi). Ces sols ont une profondeur variable au gré de la topographie (50 à 80 cm). Leur texture est lourde et si ce n'est leur caractère vertique (hydromorphie de surface), ils conviennent mieux à la céréaliculture. Par endroit, ce sont de véritables dayas situés au Nord-Est de la région de Moulay Larbi.

➤ **Les sols bruns rouges**

Parmi ce type de sol on trouve :

- Les sols bruns rouges à horizon humifère.
- Les sols bruns rouges méditerranéens peu évolués.
- Les sols bruns rouges méditerranéens à texture légère.
- Les sols bruns rouges méditerranéens sous formations steppiques.

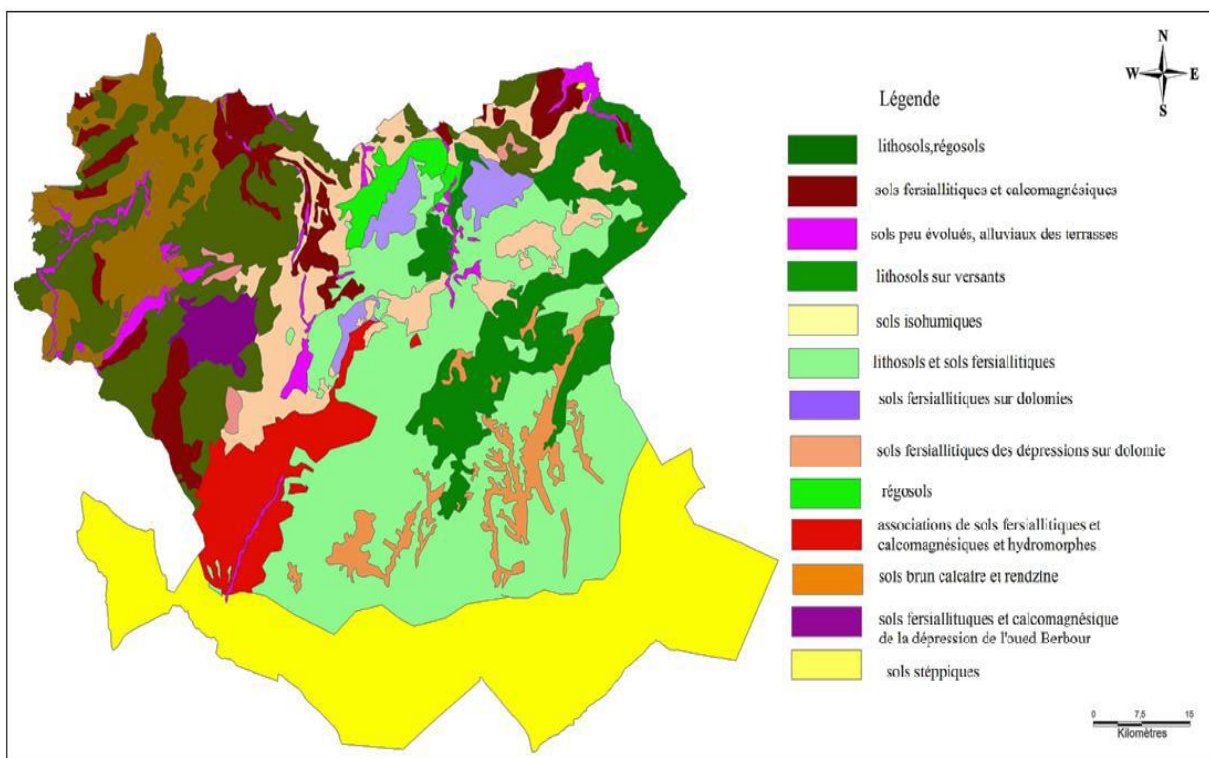
### **II.5.3. Les lithosols**

Ils sont assez étendus et se retrouvent sur presque tous les versants dénudés. Ils sont en général peu épais (moins de 20 cm) et très morcelés ou discontinus laissant la place aux affleurements rocheux. Ces sols portent parfois une broussaille ou un maquis très dégradés. Outre les affleurements de la roche-mère (calcaire, grés ou dolomie) le ravinement y est intense.

- Les sols halomorphes
- Les sols hydromorphes
- Les sols des plaines et vallées
- Les sols des montagnes

#### II.5.4. Les sols des plateaux telliens et des hautes plaines steppiques

Il n'est tenu compte ici que des plateaux de Hassasna et de Moulay Larbi parce qu'en réalité ce qui les qualifie de montagnes précédemment appartient aussi à l'ensemble des plateaux telliens. Les sols de Moulay Larbi et Hassasna sont bruns et profonds, mais affectés par l'hydromorphie de surface. Ils sont néanmoins de bons sols convenant particulièrement à la céréaliculture. Les autres sols répartis dans les zones steppiques (maigres sols rouges, sols alluviaux, hydromorphes et halomorphes) n'offrent pas un grand intérêt agronomique



**Figure 10** : Carte des sols de la wilaya de Saida (Source : S.A.T.E.C., 1976).

#### II.6. Occupations des sols

L'occupation du sol est le résultat du relief, du type de sol et du climat. La connaissance de l'évolution de l'occupation du sol constitue une donnée fondamentale pour cerner les tendances actuelles et de les comparer avec les potentialités et les atouts de la Wilaya.

L'analyse de l'occupation du sol révèle qu'elle est fortement corrélée aux conditions du milieu naturel. Selon Labani (2005), cette occupation s'individualise en trois types d'espaces :

### II.6.1. L'espace agricole

Les pouvoirs publics ont mis à la disposition de l'agriculture et de l'élevage des schémas de développement, des investissements, des équipements et de la formation. Il était urgent en effet de situer tous les enjeux de développement agricole dans le cadre des défis de la sécurité alimentaire et de structurer le secteur en vue de rechercher des créneaux porteurs pour l'autosuffisance et éventuellement l'exportation.

D'après les données énoncées par la D.P.A.T (2012), la superficie agricole totale de la wilaya est estimée à 477 471 ha. La superficie agricole utile (S.A.U) s'étend sur 308 206 ha soit 45,56 % de la superficie totale de la wilaya dont la S.A.U. irriguée s'élève à 9 662 ha, soit 3,13 % de la (S.A.U.).

Les principales cultures pratiquées sont :

- les céréales sur une superficie de 81 920 ha ;
- les légumes secs sur une superficie de 104 ha ;
- les fourrages sur une superficie de 2 735 ha ;
- les cultures maraîchères sur une superficie de 4 004 ha ;
- l'arboriculture fruitière sur une superficie de 7 170 ha.

Cet espace se localise essentiellement sur les plaines qui représentent un relief de pentes dominantes faibles de 3 à 5 % recevant une pluviométrie de 300 à 350 mm/an, où est pratiquée une agriculture extensive avec une dominance de la céréaliculture à sec, soit 12,11% de la superficie de la wilaya. Les principaux bassins céréaliers sont : les secteurs de Hassasna, d'Ain Soltane, de Balloul, de Moulay Larbi, d'Ain El Hadjar et de Youb (Labani, 2005).

### II.6.2. L'espace forestier

Cet espace s'étend sur 156 401 ha soit 23,12% de la superficie de la wilaya (D.P.A.T., 2012). Il correspond aux zones montagneuses et collinaires (celles des monts de Dhaya et de Saida) qui présentent un relief assez accidenté où la pente dominante est supérieure à 12,5% et qui peut être subdivisée en deux secteurs :

- Le secteur forestier Ouest qui englobe les massifs forestiers de dhaya et djebel Kodjel Bouatrous, EL Hadja appartenant au grand ensemble structural des monts de Saida.
- Le secteur forestier qui s'étend du Sud-Est (massifs forestiers de Sidi Youcef) à l'Est par



une série de massifs (Djebel Ben Allouche, M'Zaita, Derkmous). Ce secteur englobe aussi une série de massifs du Nord-Est de la wilaya tels que Mergueb Es-Sebaa, Sifat Ed-Dorbane, Djebel Bouchellil, Djebel El Hama, Djebel El Assa et Djebel Khanifer.

Les principales essences forestières et leurs superficies évaluées par la D.P.A.T. (2012) sont comme-suit :

- ✓ Pin d'Alep : 65 053 ha
- ✓ Chêne vert : 42 211 ha
- ✓ Thuya : 18 835 ha
- ✓ Genévrier et Chêne kermès : 7 820 ha
- ✓ Autres espèces : 24 164 ha

La composition floristique des différents groupements végétaux de l'espace forestier est comme-suit (Terras, 2003) :

➤ **Groupe à chêne vert** : Il se présente le plus souvent sous forme d'un matorral élevé moyen à dense ou d'un taillis de hauteur moyenne de l'ordre de 3 m imposés par une surexploitation et des incendies répétés. Le nombre d'espèces reste très élevé et constitue l'ossature de base de toutes les formations forestières de la région. Le cortège floristique représentatif de ce groupement se compose essentiellement de : *Phillyrea media*, *Pistacia lentiscus* et *Juniperus oxycedrus* ; par contre, les grandes graminées comme *Stipa tenacissima* et *Ampelodesma mauritanica* ne jouent qu'un rôle secondaire. Le pin d'Alep dans ce groupement ne représente qu'un pionnier dans le retour au stade forestier dont le climax serait une forêt de chêne vert pur avec *Quercus ilex*, *Arbutus unedo*, *Jasminum fruticans*, *Lonicera etrusca*, *Alyssum alpestre*, *Osyris alba*, *Asperula hirsuta*, *Phillyrea angustifolia*, *Atractylis humilis*, *Pyrus gharbiana*, *Atractylis macrophylla*, *Ruscus aculeatus*, *Bupleurum balansae*, *Asphodelus cerasiferus*, *Bupleurum rigidum*, *Smilax aspera*, *Clematis flammula*, *Staehelina dubia*, *Daphne gnidium*, *Valeriana tuberosa*, *Genista cinerea* et *Viburnum tinus*.

➤ **Groupe à pin d'Alep et chêne kermès** : Les espèces les plus présentes et dominantes imposant une physionomie à ce groupement sont : *Quercus coccifera*, *Calycotome intermedia*, *Cistus villosus*, *Pistacia lentiscus*, *Phyllirea media*, et *Ampelodesma mauritanica*. Dans la strate arborescente

notant la présence de *Tetraclinis articulata* et *Quercus rotundifolia*. La composition moyenne du cortège floristique de ce groupement forestier comprend les espèces suivantes : *Pinus halepensis*, *Calycotome villosa*, *Cistus salvifolius*, *Erica arborea*, *Genista erioclada*, *Globularia alypum*, *Halimium halimifolium*, *Helianthemum racemosum*, *Lavandula stoechas*, *Quercus coccifera* et *Rosmarinus tournefortii*. Il y a lieu de noter deux faciès dans ce groupement selon le type de sol : sur sols siliceux caractérisés par *Lavandula stoechas*, *Cistus salvifolius* et *Halimium halimifolium* et, sur sols calcaires par *Rosmarinus tournefortii*, *Globularia alypum* et *Genista erioclada*.

➤ **Groupement Oleo-lentisque** : Ce groupement appartient à l'alliance de l'oleo-ceratonion. Il correspond à des peuplements très ouverts et classés parmi les plus dégradés. Le chêne vert en est absent, par contre le pin d'Alep y est fréquent au même titre que le lentisque. Le chêne kermès et la filaire sont abondants dans les zones de transition avec les groupements précédents. Les espèces dominantes sont accompagnées de toute une série d'espèces thermophiles telles que *Cistus sericeus*, *Cistus ladaniferus*, *Ebenus pinnata*, *Genista quadriflora*, *Coronilla juncea*.

➤ **Groupement de *Tetraclinis articulata*** : La composition floristique moyenne représentative dans le territoire étudié regroupe les espèces suivantes : *Tetraclinis articulata*, *Arbutus unedo*, *Asparagus albus*, *Astragalus lusitanicus*, *Bupleurum gibraltarium*, *Calycotome spinosa*, *Caralluma europaea*, *Cistus ladaniferus*, *Cistus sericeus*, *Coronilla juncea*, *Ebenus pinnata*, *Helichrysum stoechas*, *Genista quadriflora*, *Olea europaea* et *Quercus coccifera*.

➤ **Importance des grandes graminées** : Les graminées *Stipa tenacissima* et *Ampelodesma mauritanica* sont présentes dans tous les groupements et constituent une strate intéressante dans le recouvrement du sol. Elles jouent un rôle déterminant dans la configuration des paysages forestiers dégradés grâce à leur capacité de résistance aux différentes pressions qui s'exercent sur l'espace forestier. Quand les groupements de pin d'Alep, de chêne vert et de thuya sont dégradés (coupes, incendies, parcours, défrichement) l'alfa et le Diss colonisent rapidement l'espace et jouent le rôle d'espèces pionnières préparant l'installation des espèces ligneuses basses dans un premier temps.

### II.6.3. Espace des parcours

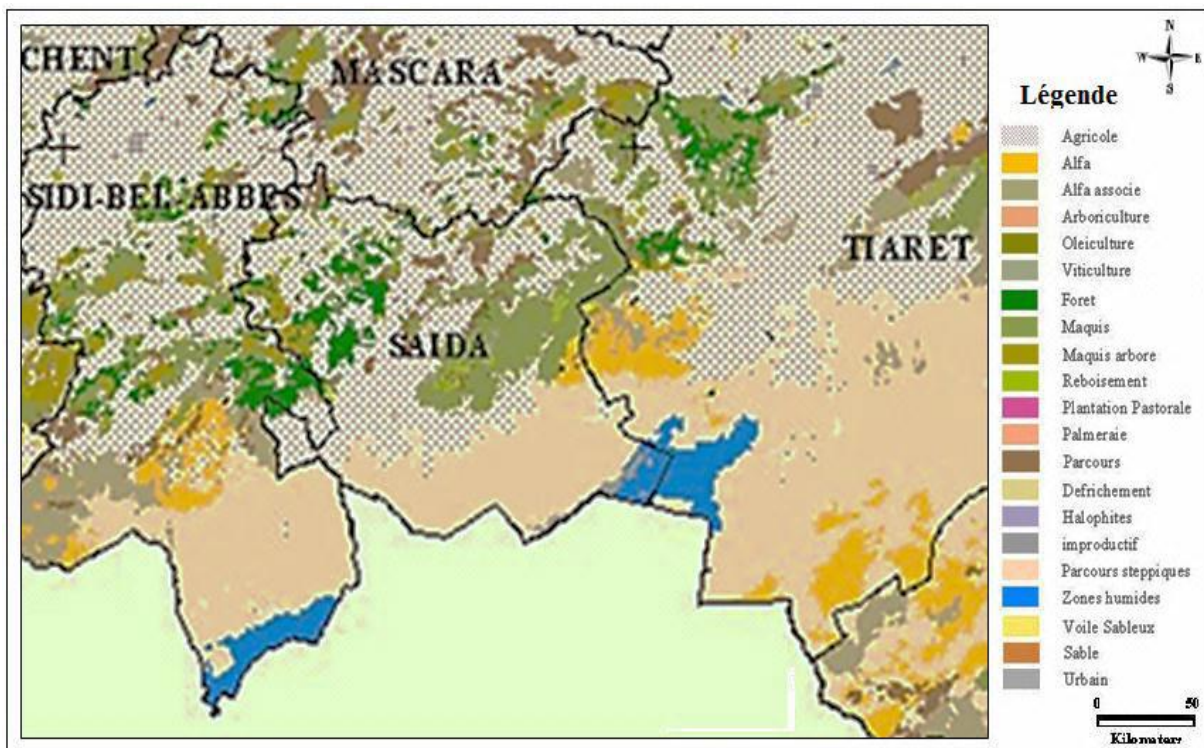
Les terres des parcours s'étendent sur une superficie de 163 063 ha soit 24,10 % de la superficie totale de la wilaya (D.P.A.T., 2012). Ceci représente une part importante dans l'occupation du sol de la wilaya. On distingue les parcours du tell et ceux de la steppe qui englobent respectivement 11,98 % et 19,44 % de la superficie totale de la wilaya (B.N.E.D.E.R., 1992). Les parcours telliens ont été individualisés des parcours steppiques compte tenu de leur appartenance au tell et à la configuration topographique du relief (zones de montagnes et de piémonts). Les parcours steppiques se situent au Sud de la wilaya (communes de Moulay Larbi, Sidi Ahmed, Maâmora et Ain Skhouna). Dans la wilaya de Saida, on distingue 4 types de parcours où il est précisé le niveau de dégradation :

➤ **Les parcours à alfa** : Ils couvrent 39 536 ha soit presque 6 % de la superficie totale de la wilaya (B.N.E.D.E.R., 1992). Ils se localisent essentiellement dans la zone contact tell-steppe (figure 11).. Ces parcours présentent trois niveaux de dégradation. Le premier niveau, faiblement dégradé avec un taux de recouvrement situé entre 60 et 70 %, occupe 8 049 ha soit 1,2 % de la superficie totale et est localisé essentiellement dans la commune de Maâmora. Le deuxième niveau, moyennement dégradé avec un taux de recouvrement variant entre 30 et 40 %, s'étend sur superficie estimée à 30 000 ha soit 4,5 % de la superficie totale. Ce second niveau est réparti sur toute la zone steppique de la wilaya de Saida. Le troisième niveau, fortement dégradé avec un taux de recouvrement de 10 % à 20 %, n'intéresse qu'une très faible étendue et est présent seulement dans la commune de Sidi Ahmed avec 1,19% du total du territoire de la commune (Labani, 2005).

➤ **Les parcours à armoise blanche** : Les parcours à armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) couvrent 129 513 ha soit 19,44 % de la superficie totale de la wilaya (B.N.E.D.E.R., 1992). Ils sont localisés au Sud, notamment dans la commune de Maâmora (Dayet El Mekmen) avec une superficie de 54 021 ha soit 43,16 % de sa surface totale. Ces parcours se rencontrent sur les sols à texture argilo-limoneuse couvrant les zones d'épandage, les dépressions et les glacis encroûtés avec une pellicule de glaçage en surface. Ils sont généralement associés au *Lygeum spartum*, *Helianthemum sp.*, *Astragalus sp.* et en cas de surpâturage aux *Atractylis sp.* et *Noaea micronata* (Abdesslem, 2012).

➤ **Les parcours à salsolacées** : Ils s'étendent, dans le Chott Ech Chergui, sur une superficie de 4795 ha, soit à peine 0,72% de la superficie totale de la wilaya. En réalité ces terrains constituent de très pauvres parcours car ils sont composés essentiellement de plantes halophiles telles que *Salicornia sp.*, *Salsola sp.* et *Suaeda sp.* On les rencontre notamment dans les communes d'Ain Skhouna et Maâmora (Labani, 2005 ; Abdesslem, 2012).

➤ **Les parcours à Atriplex** : Ils correspondent aux plantations artificielles à base d'Atriplex en particulier *Atriplex halimus* et *Atriplex canescens* réalisées par les différentes structures étatiques (H.C.D.S, G.C.A, Conservation des forêts) dans le cadre des programmes mis en œuvre par le ministère de l'agriculture (Abdesslam, 2012). Les premières plantations d'Atriplex datent des années 1980, mais les grandes superficies ont été réalisées entre 1994 avec le lancement du programme d'aménagement pastorale « Les grands travaux » et 2010 dans le cadre du programme « P.P.D.R.I. », entre ces deux programmes plusieurs d'autres ont succédé (programme de relance économique 2001, F.L.D.D.P.S. 2002, P.N.D.A.R. 2003).



**Figure 11** : Extrait de la carte d'occupation du sol - Nord d'Algérie- (Source : B.N.E.D.E.R., 2009)

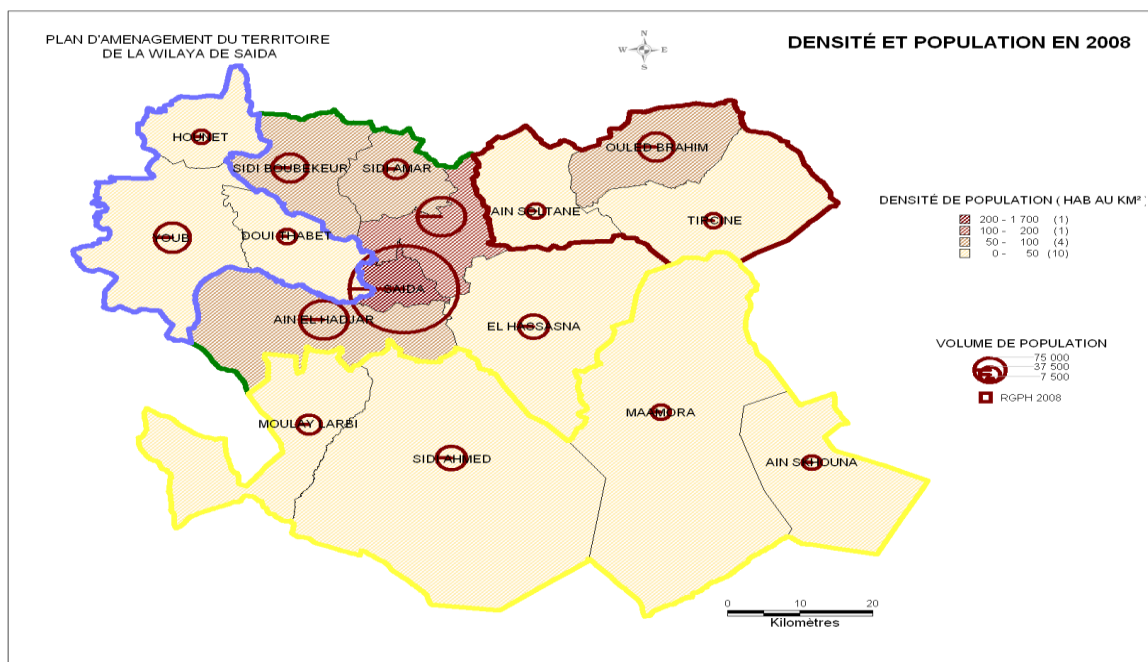
## II.7. L'élevage

Cette activité connaît une extension remarquable et se justifie par la disponibilité croissante d'espaces improductifs et pastoraux ouverts aux parcours. Deux types d'élevage sont pratiqués dans la wilaya de Saida, le premier, assez familial et traditionnel, est pratiqué par des agriculteurs pour assurer un revenu à leur famille avec des effectifs inférieurs à 20 ovins et caprins tandis que le second est du type éleveur professionnel avec des troupeaux dépassant les centaines de têtes avec prépondérance d'ovins. Chaque équivalent Ovin, à travers toute la wilaya de Saida, dispose de :

- 0.4 hectare de S.A.U par tête.
- 0.25 hectare de parcours par tête.

## II.8. la population

La wilaya de Saida comptait un volume de population de l'ordre de 111 543 habitants en 1966, 171 811 habitants en 1977, 235 240 habitants en 1987, 279 526 habitants en 1998 pour atteindre 324 949 en 2008. La ville de Saida est la plus peuplée ; elle rassemble à elle seule 49,14 % des habitants des chefs lieux. L'espace urbain joue un rôle déterminant dans l'occupation des sols puisque toutes les extensions se font au détriment des terres agricoles. L'extension urbaine constitue un facteur permanent dans la dynamique des espaces. La figure 12 indique la densité et la population de la wilaya de Saida en 2008.



**Figure 12 :** Densité de la population en 2008 (Source : D.P.A.T., 2008).

# *Chapitre III:*

## *Bioclimatologie de la zone d'étude*

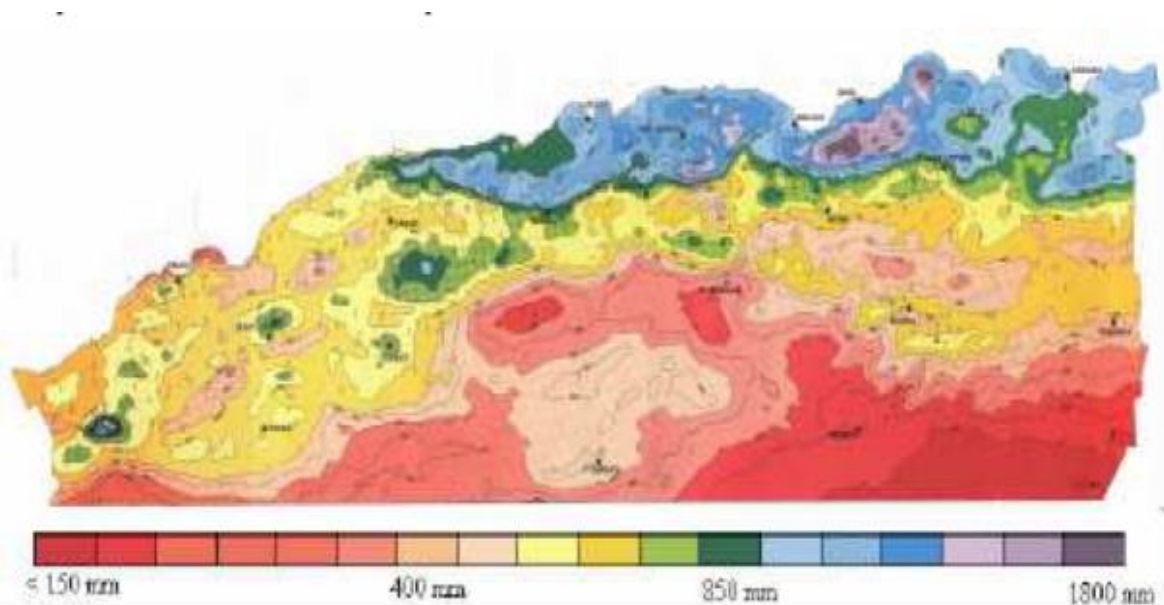
### **Chapitre III : Bioclimatologie de la zone d'étude**

Le climat, selon Humboldt (1807) joue un rôle essentiel dans la répartition des plantes. Emberger (1930,1971) a particulièrement souligné ce rôle en ce qui concerne la végétation méditerranéenne. Ses recherches l'ont conduit à établir une méthode originale de caractérisation du Bioclimat (Djellouli et Daget, 1988).

Le climat en région méditerranéenne est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes (Aïdoud, 1997).

D'après la carte pluviométrique de l'Algérie du Nord des cinq dernières années, établie par l'A.N.R.H (figure 13), on constate que la pluviométrie est :

- supérieure dans la partie Nord-Est.
- moins importante dans la partie Nord-Ouest.
- faible dans la partie Sud.



**Figure 13 :** Carte pluviométrique de l'Algérie du nord (Source : ANRH)

Les variations des apports pluviométriques observées depuis près de deux décennies, plus particulièrement à l'Ouest algérien, constituent une contrainte majeure limitant sévèrement la vocation agro-sylvo-pastorale de la zone.

### III.1 Les facteurs climatiques

Le climat, en région méditerranéenne est un facteur déterminant des écosystèmes. Les caractéristiques essentielles servant à différencier les climats sont la chaleur et l'humidité. Ce sont, en effet, les facteurs influant le plus sur les plantes, lesquelles ont, avant tout, besoin de chaleur et d'eau. Entre la chaleur et l'humidité, il y a d'ailleurs une relation nécessaire : même avec une pluviosité assez abondante, une forte chaleur augmente l'évaporation du sol, active la transpiration de la plante et diminue d'autant son approvisionnement en eau (O.N.M, 2010).

Ain Skhouna, la zone d'étude, ne dispose pas de station de météorologie. De ce fait, on s'est servi des données climatiques de la station de Rebahia la plus proche (tableau 2).

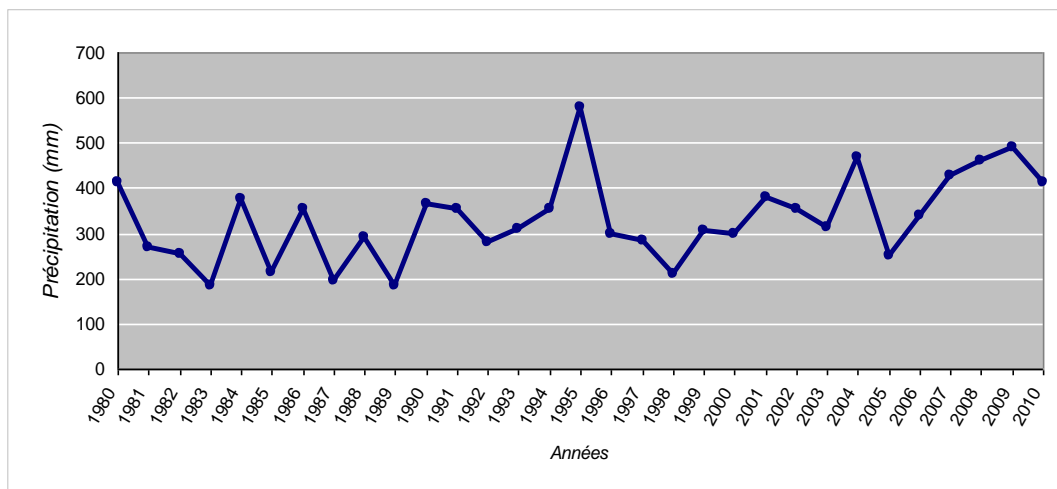
**Tableau 2** : Caractéristiques de la station météorologique de Rebahia (W. Saïda)

<i>STATION</i>	<i>CODE</i>	<i>COORDONNEES</i>		<i>LATITUDE</i>	<i>LONGITUDE</i>	<i>ALTITUDE</i>
Rebahia (W.Saïda)	111104	268,4	173,3	34°55'00" Nord	00°09'00" Est	750 m

#### III.1.1 Les précipitations

##### A) Régime des précipitations annuelles

Pour une période de 30 ans, s'étalant de 1980 à 2010, les valeurs des précipitations moyennes annuelles enregistrées à la station de Rebahia (W.Saïda), sont illustrées dans la figure 14.



**Figure 14** : Variations annuelles des précipitations annuelles de la station de Rebahia (W.Saïda)



Les moyennes annuelles des précipitations enregistrées entre 1980 et 2010 par la station de Rebahia (fig. 14) révèlent une grande variabilité interannuelle avec une moyenne de l'ordre de 332 mm. Ainsi, deux périodes peuvent être distinguées : celle qui s'étend de 1980 à 1995 avec une moyenne de précipitations annuelles de l'ordre de 280 mm et celle s'étendant de 1996 à 2010 et dont la moyenne de précipitations annuelles est de 384 mm.

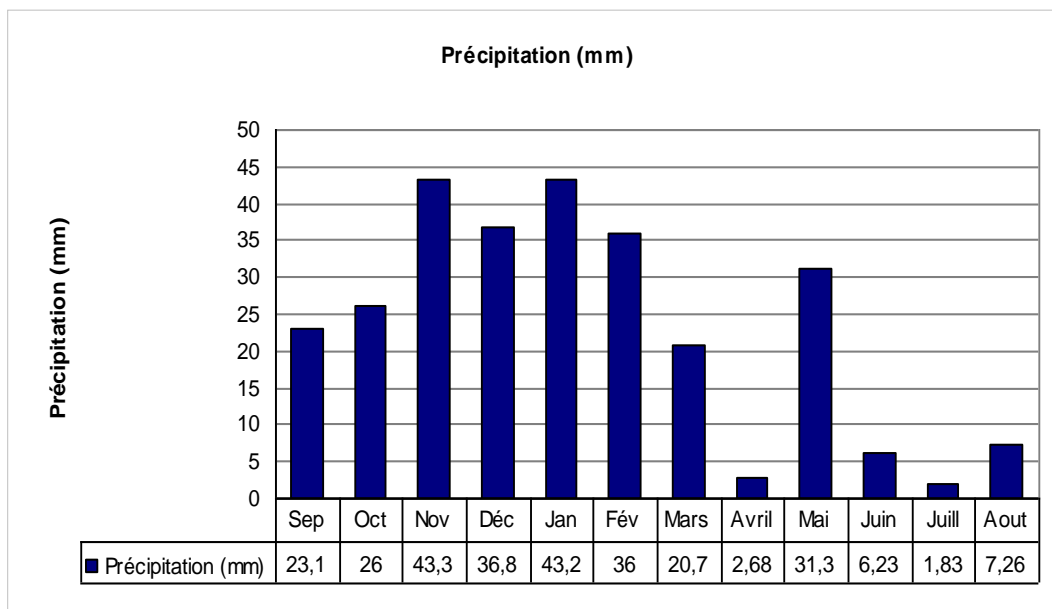
Selon Khaldi (2005), la variabilité annuelle des précipitations, à l'ouest algérien, se caractérise par un grand nombre d'années déficitaires durant la période qui s'étale de 1930 à 1999. Ces déficiences ont été constatées durant les décennies 40, 80 et 90. Des résultats similaires sont observés sur plusieurs années successives. Bien que le territoire de Saïda fait partie des régions d'Algérie où la moyenne des précipitations annuelles est en dessous de la moyenne nationale, un déficit en précipitations semble donc bien marquer la région, notamment durant la période post 1980.

### **B) Régimes des précipitations mensuelles**

Selon Belgat (2001), l'intensité et la fréquence des pluies jouent un rôle prépondérant sur :

- La stabilité ou l'instabilité structurale des sols, combinés aux facteurs physiques du sol.
- La solubilité et la migration des nutriments dans le sol ; en conséquence, elles participent à la répartition spatiale des espèces.
- L'évolution des matériaux organiques et minéraux, et donc elles interviennent dans la formation des sols.

La répartition de la pluviométrie mensuelle de zone d'étude (figure 15) indique que les saisons les plus humides, hiver et automne, comptabilisent 75 % du total annuel avec un maximum au mois de Novembre de 43,3. Les mois secs (25 % du total annuel), se situent en Eté avec des précipitations non significatives de l'ordre de 15.32 mm (O.N.M, 2010).



**Figure 15 :** Précipitations moyennes mensuelles de la station de Rebahia (W.Saïda).

### C) Régimes saisonniers

Définie par Musset (1935 in Chaâbane, 1993), la méthode consiste à un aménagement des saisons par ordre décroissant de pluviosité, ce qui permet de définir un indicatif saisonnier de chaque station. Cette répartition saisonnière est souvent prédominante dans la physionomie de la végétation. Si les pluies d'automne et de printemps sont suffisantes, elles seront florissantes ; si par contre, la quantité tombée pendant ces saisons est faible, leur extension sera médiocre (Corre, 1961).

La figure 16 indique que la saison la plus pluvieuse est l'**H**iver avec 115.95 mm de précipitation. Elle représente 42 % du total annuel de la pluviométrie. La saison d'**A**utomne enregistre seulement 92.39 mm avec un taux de 33 %. La saison **P**rintanière, généralement pluvieuse, accuse un déficit pluviométrique assez important ; la tranche pluviométrique enregistrée est de 54.67 mm correspondant un taux de 20 %. La saison d'**E**té est pratiquement sèche où la quantité de précipitation recueillie ne dépasse pas 15.32 mm ; ce qui est l'équivalent de 06 % du total annuel. Ainsi le régime saisonnier de la zone d'étude est du type **H.A.P.E.**

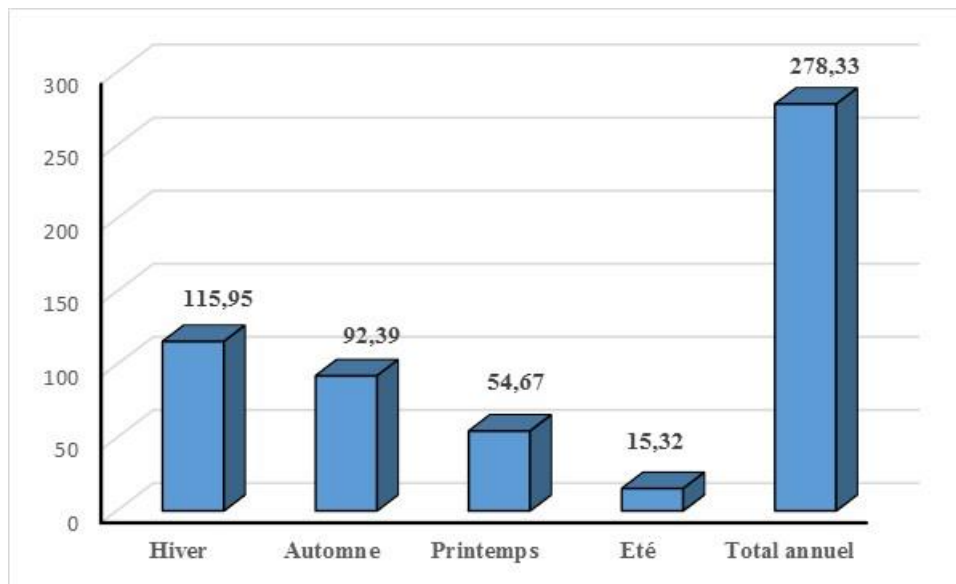


Figure 16 : Histogramme des précipitations saisonnières de la station de Rebahia (W.Saïda).

### III.1.2 Température

#### A) Températures moyennes minimales et maximales

Les données concernant la zone d'étude sont celles relevées au niveau de la station de Rebahia et illustrées dans la figure 17. Les valeurs ayant une signification biologique (Emberger, 1955) sont prises en considération et sont :

- La moyenne des " Minima " du mois le plus froid m.
- La moyenne des " Maxima " du mois le plus chaud M.

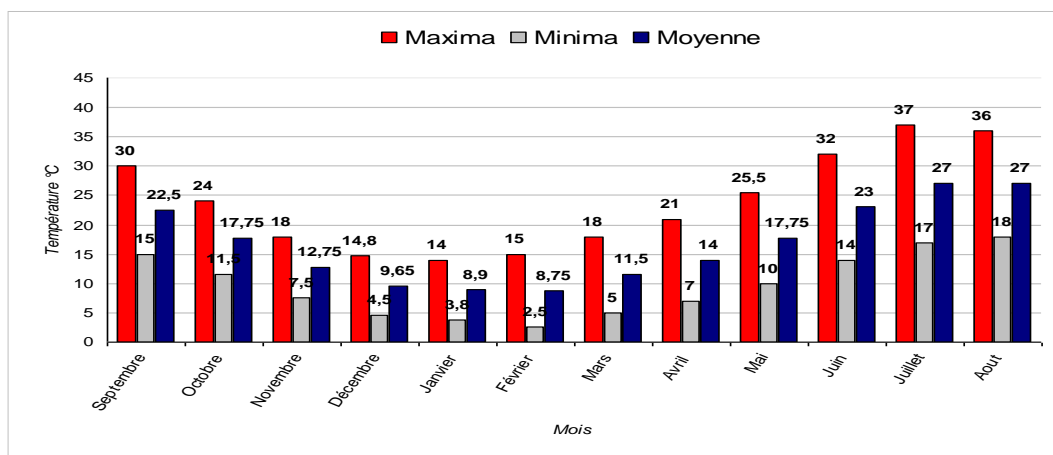


Figure 17 : Variations mensuelles moyennes, minimales et maximales des températures de la station de Rebahia (W.Saïda).

La figure 17 montre une diminution des températures de Septembre à Janvier, suivie d'une élévation jusqu'au mois d'Août. Ainsi, sont distinguées deux grandes périodes :

- Une période froide allant du mois du novembre jusqu'au mois de mars, caractérisée par un minimum absolu de 2.5°C, survenant au mois de février.
- Une période chaude avec un maximum absolu correspondant aux mois de Juillet et Août.

Le régime thermique de la région est caractérisé par des températures élevées en Eté et relativement basses en Hiver. Les températures les plus élevées sont enregistrées durant les mois de Juillet et Août, où elles atteignent un maximum de 37°C en moyenne, ce qui correspond à une forte évaporation. Les basses températures se manifestent au mois de Février avec une température moyenne de 8.75°C et une minimale moyenne de 2.5°C.

Toutefois, selon l'agence nationale des ressources hydriques (A.N.R.H., 2010), en période estivale, les maxima absolus peuvent atteindre 42°C à 47°C, en temps de sirocco. Durant la période hivernale et sous influence continentale, les températures saisonnières s'abaissent parfois en dessous de 0°C, d'où l'apparition de phénomènes de gelé et de verglas.

**Tableau 3 :** Classification des mois (période 1980 - 2010), (O.N.M., 2010).

<i>Mois</i>	<i>Sep.</i>	<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Déc.</i>	<i>Jan.</i>	<i>Fév.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Avr.</i>	<i>Mai.</i>	<i>Juin</i>	<i>Juil.</i>	<i>Août</i>
<i>P (mm)</i>	23.06	26	43.33	36.75	43.2	36.01	20.71	2.68	31.28	6.23	1.83	7.26
<i>T (°C)</i>	22.5	17.75	12.75	9.65	8.9	8.75	11.5	14	17.75	23	27	27
<i>2T (°C)</i>	45	35.5	25.5	19.3	17.8	17.5	23	28	35.5	46	54	54
<i>3T (°C)</i>	67.5	53.25	38.25	28.95	26.7	26.25	34.5	42	53.25	69	81	81
<i>Classe</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>H</i>	<i>H</i>	<i>H</i>	<i>H</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>

### B) Ecart thermique

D'après Debrach in Alcaraz., 1982, on peut distinguer quatre types de climat :

- Climat Insulaire  $M-m < 15^{\circ}\text{C}$
- Climat Littoral  $15^{\circ}\text{C} < M-m < 25^{\circ}\text{C}$
- Climat Semi-continentale  $25^{\circ}\text{C} < M-m < 35^{\circ}\text{C}$
- Climat Continental  $M-m \text{ Sup } 35^{\circ}\text{C}$

La zone d'étude évolue sous un climat Semi-continentale (Tableau 4)

$$M = 37^{\circ}\text{C Maxima} \quad m = 2.5^{\circ}\text{C Minima}$$

**Tableau 4 :** Amplitude thermique et type de climat

Station	M-m	Type du climat
Rebahia (W.Saida)	34.5	Semi-continentale

## III.2.Synthèse bioclimatiques

### III.2.1 Indice d'aridité de Demartonne

En 1923, Demartonne a défini l'indice d'aridité **I**, correspondant au rapport entre la moyenne mensuelle des précipitations **P** (mm) et la moyenne annuelle des températures **T** en  $^{\circ}\text{C}$ , soit :

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

où :

**I** : Indice d'aridité de Demartonne.

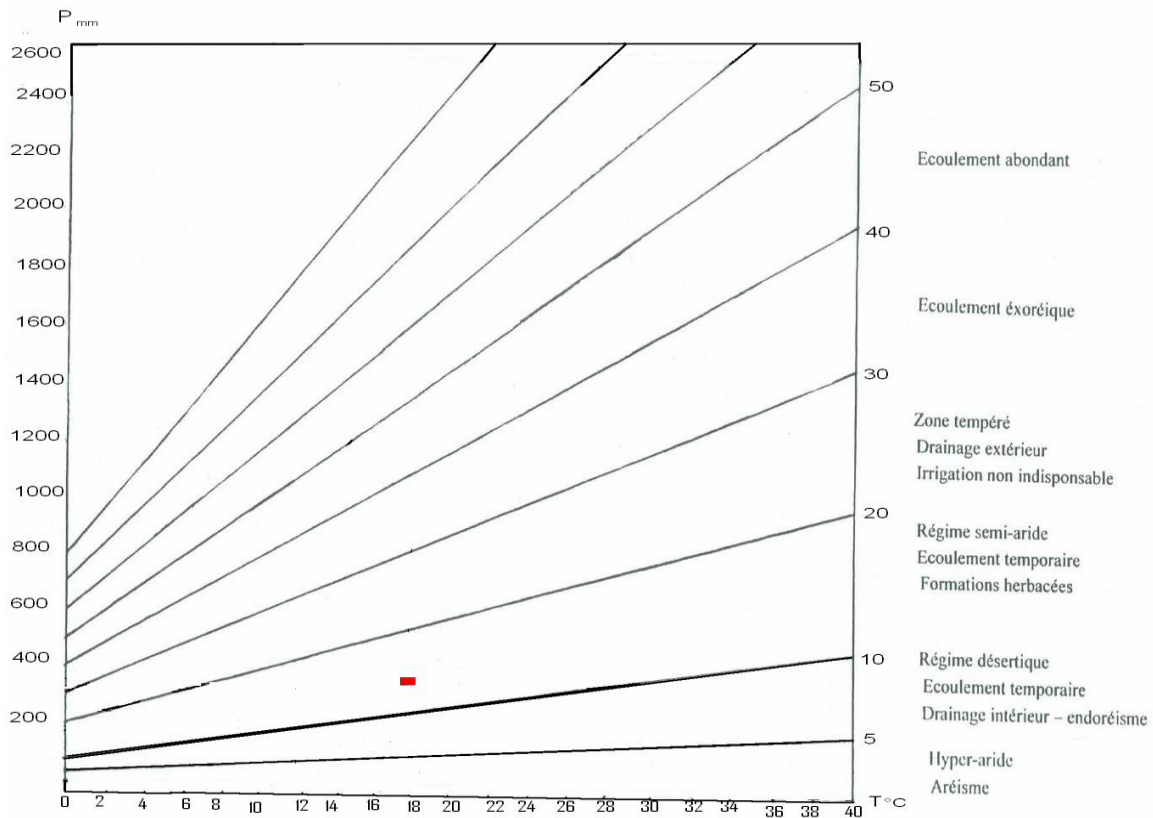
**P** : Précipitation moyenne annuelle (P=332 mm).

**T** : Température moyenne annuelle (T=17,67 $^{\circ}\text{C}$ ).

La valeur obtenue de 11,99 (tableau 5) correspond dans l'abaque de Demartonne (figure 18), à la zone comprise entre 10 et 20. Il s'agit de la zone qui concorde à celle d'un climat semis aride, caractérisé par un Hiver froid et pluvieux et un Eté sec et chaud

**Tableau 5 :** Indice d'aridité de Demartonne

Station	P (mm)	Température $^{\circ}\text{C}$	Indice
Rebahia (Saïda)	332	17.67	11,99



**Figure 18 :** Indice d'aridité d'après le climagramme de Demartonne

### III.2.2. Quotient pluviothermique d'Emberger :

Le botaniste (Emberger, 1930) a proposé un quotient pluviothermique ( $Q_2$ ) qui permet de situer la station dans l'étage bioclimatique convenable, où il fait intervenir le total des précipitations annuelles (P), la moyenne des maxima des mois les plus chauds (M) et la moyenne des minima des mois les plus froids (m).

$$Q_2 = (2000 P) / M^2 - m^2$$

où :

**$Q_2$**  : Quotient pluviothermique.

**P** : Précipitation moyenne annuelle en mm.

**M** : Moyenne de maxima des mois les plus chauds en K°.

**m** : Moyenne de minima des mois les plus froids en K°.

où :

**M** et **m** sont exprimés en degrés absolus ( $T^{\circ}K = T^{\circ}C + 273.2$ )

**M** = 37 + 273.2 °K

$$M = 2.5 + 273.2 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$P = 332 \text{ mm}$$

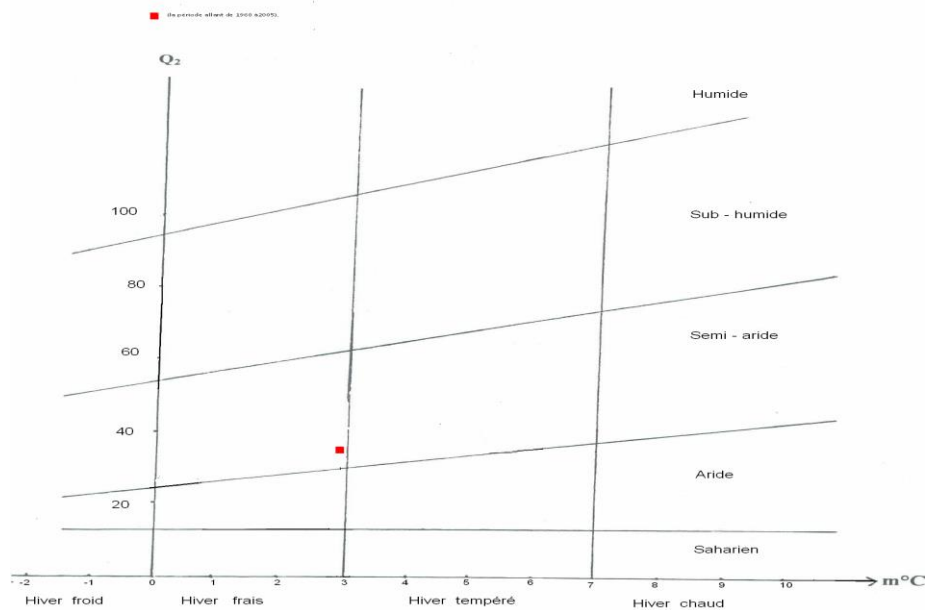
Quand :

- Climat tempéré  $50 < Q_2 < 100$
- Climat semi-aride  $25 < Q_2 < 50$
- Climat aride  $10 < Q_2 < 25$
- Climat désertique  $10 < Q_2$

La zone d'étude appartient à l'étage bioclimatique semi-aride inférieur à Hiver frais (tableau 6 et figure 19).

**Tableau 6:** Situation bioclimatique de la station de Rebahia (W.Saïda).

Station	m °C	Q <sub>2</sub>	Etage bioclimatique
Rebahia (Saïda)	2.5	32.84	Semi- Aride inferieur à Hiver frais



**Figure 19 :** Climagramme pluviothermique d'Emberger

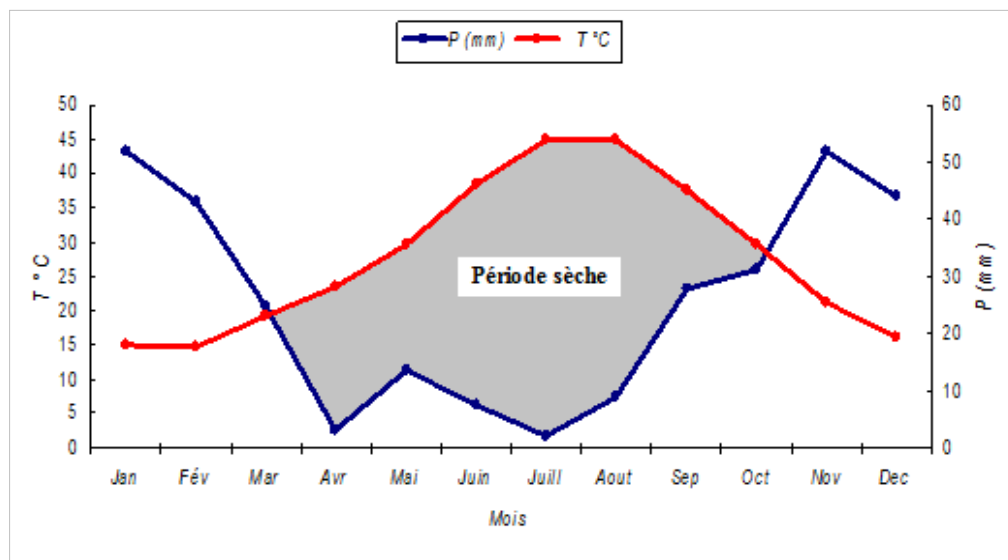
### III.2.3 Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Le système du diagramme ombrothermique proposé par Bagnouls et Gausсен (1953) est simple et le plus utilisé. Il permet de calculer la durée de la saison sèche en portant la pluviométrie mensuelle

(P mm) et la température moyenne mensuelle (T °C) sur le même graphe ; l'échelle de graphe est de  $P \text{ mm} = 2 T \text{ }^{\circ}\text{C}$ . La zone comprise entre la courbe pluviométrique et celle des températures constitue la période sèche.

On distingue deux périodes (figure 20) :

- **Période sèche** : qui coïncide avec la période estivale où les précipitations sont faibles. Cette période s'étend sur 7 mois, de Mars à Octobre.
- **Période pluvieuse** : s'étend sur quatre (04) mois et correspond aux mois, de la saison d'Automne (Novembre) et de la saison d'Hiver (Décembre, Janvier et Février).



**Figure 20** : Courbe ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

### III.3 Autres paramètres climatiques

#### III.3.1 Le vent

**Tableau 7** : Direction et types des vents saisonniers de la station de Rebahia (W.Saïda)

<i>Caractéristique</i>	<i>Température</i>	<i>Période</i>	<i>Direction</i>
Averses	Moyenne 9 C°	Automne - Hiver	Nord-Ouest
Siroco	Moyenne 20 C°	Printemps - Été	Sud-Ouest
Averses	Moyenne 18 C°	Printemps	O-N-Ouest
Pluies	Moyenne 13 C°	Hiver - Printemps	NE-NO



Pour la période d'étude considérée, la vitesse moyenne annuelle des vents dans la zone d'étude, varie entre 2.4 et 3.5 m/s avec une moyenne de 2.95 m/s (tableau 8).

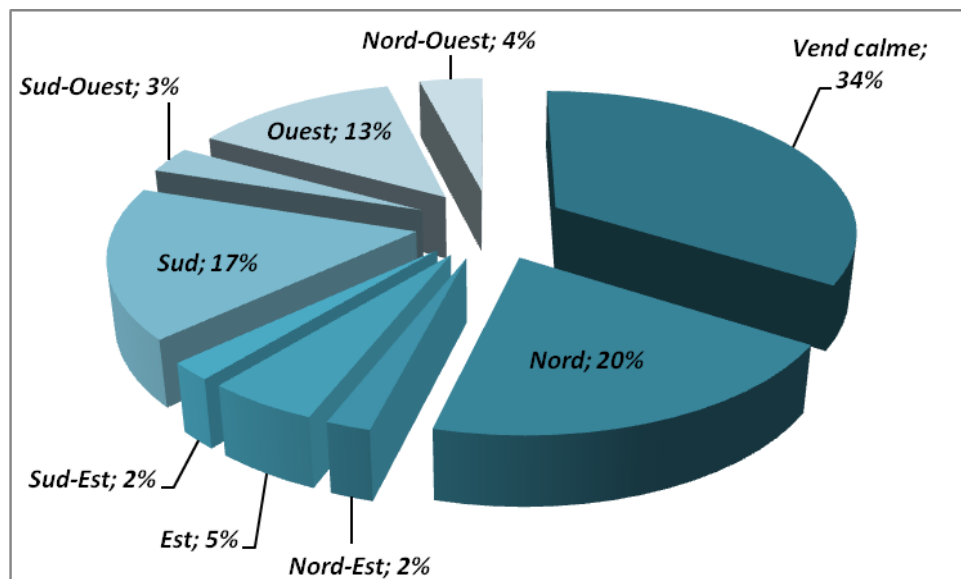
**Tableau 8 :** Vitesse moyenne des vents de la station de Rebahia (W.Saïda). (O.N.M., 2010).

MOIS	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
V.MOY	2.4	2.5	2.7	2.9	3.5	3.5	3	3.2	3	2.8	2.9	3

V.MOY: vitesse moyenne

Selon Kasbadji (1999), la région de Saïda fait partie des régions de classe une (01) où la vitesse moyenne du vent est relativement faible, avec une valeur moyenne de l'ordre de 2.6 m/s.

Le vent est un élément important dans la caractérisation du climat. Malheureusement, il est aussi un élément dont l'étude s'avère très complexe, car plusieurs paramètres y interviennent, tels que la mesure de la vitesse du vent et de sa direction, l'effet de la rugosité du sol et l'effet de la stabilité de l'atmosphère. La Figure 21 montre que la zone d'étude est le siège des vents de différentes directions.



**Figure 21 :** Fréquence des vents par direction, à la Wilaya de Saïda.

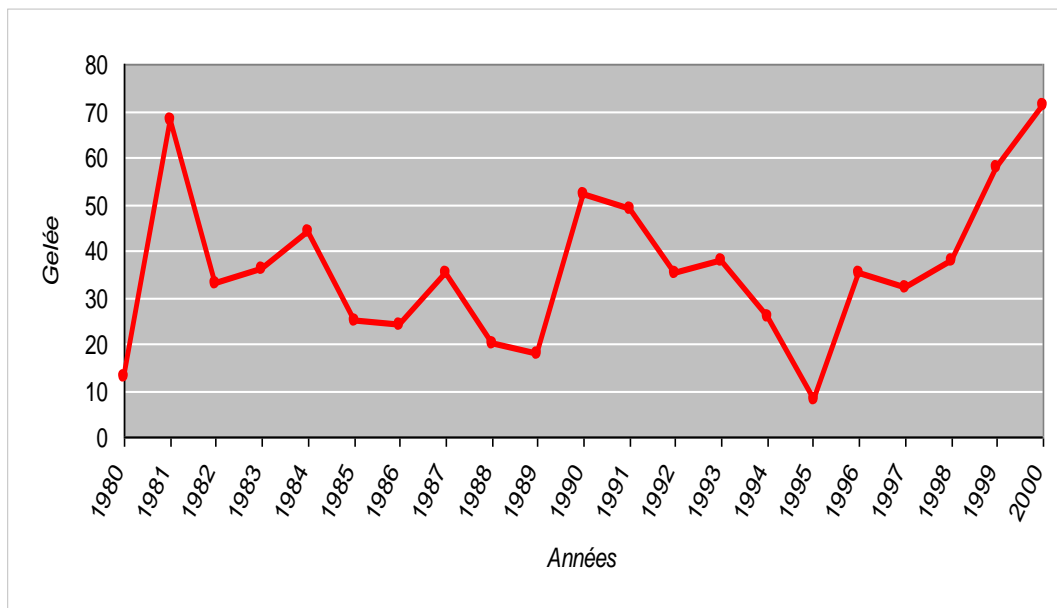
La figure 21 indique que les vents dominants sont ceux du Nord avec une fréquence de 20 % et ceux de l'Ouest avec une fréquence de 13 %. Ces vents jouent le rôle de la dégradation mécanique du

sol et agissent sur l'amplitude de la température. Ils constituent ainsi un agent d'érosion efficace dans les régions à couverture végétale faible à nulle, surtout durant la période sèche où beaucoup de sols acquièrent une structure micro-polyédrique (pseudo-sables). La fréquence des vents, dits calmes, avoisine les 34 %. Le vent agit soit directement par une action mécanique sur le sol et les végétaux, soit indirectement en diminuant l'humidité et en augmentant la température. Le tableau 7 représente les différentes directions des vents saisonniers. Les vents dominants sont fréquents durant la période allant du mois de Mai au mois d'Août. La zone d'étude est le siège des vents de différentes directions.

### III.3.2 Gelé et sirocco

Les remarques relatives au paramètre gelé, révèlent que cette dernière est notamment observée durant les mois de Décembre, Janvier, Février et Mars. Pour la période d'étude considérée, l'exploration des données de gelé indique que la valeur relative à ce dernier semble instable.

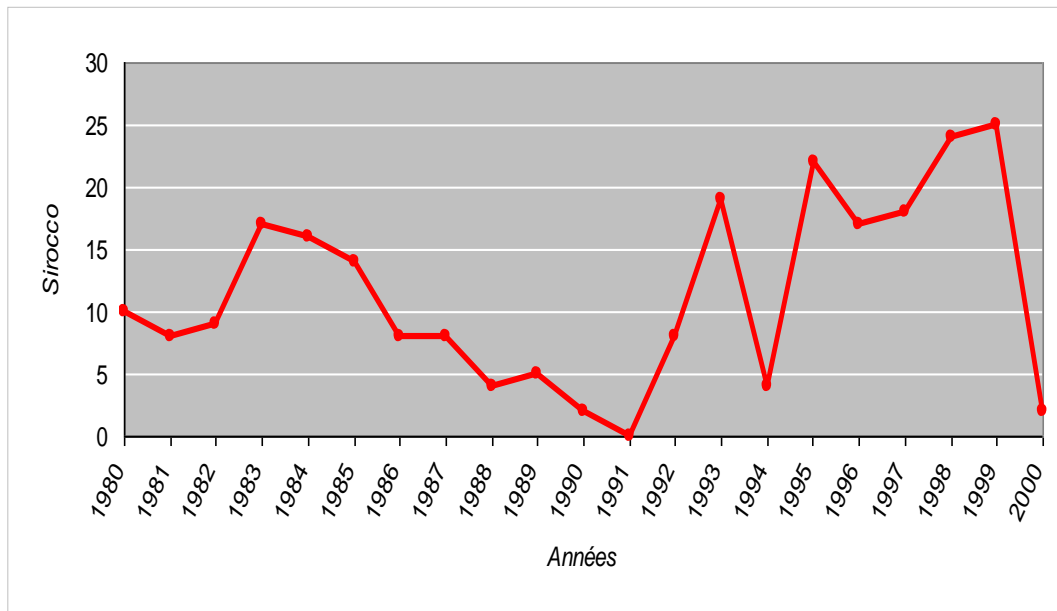
La figure 22 montre, qu'à l'exception des années 1981, 1999 et 2000, le nombre de gelé ne dépasse pas la valeur seuil de 52 j/an, ce qui correspond à une moyenne maximale de 13 j/mois. Toutefois, les résultats de l'O.N.M (1998), indiquent que la variation des données relatives aux gelés pour les périodes : 1913-1938 et 1978-1998, demeure relativement stable pour la région de Saïda, avec une moyenne qui oscille entre 6 et 10 j/mois. On note également une tendance à l'augmentation, à partir de l'année 1999, du nombre de gelés par an.



**Figure 22:** Variation annuelle de la gelée.

Le sirocco est un vent chaud et sec à pouvoir desséchant élevé par l'augmentation brutale de la température, et l'abaissement simultané de l'humidité de l'air qu'il provoque. Le sirocco en Algérie est lié aux perturbations de nature orageuse. Indépendamment de son caractère local, le sirocco est plus fréquent à l'Est (30 jours/an en moyenne) qu'à l'Ouest (15 jours/an) ; Rare en Hiver, il souffle surtout en Eté (Djebâili, 2004).

La représentation graphique (figure 23) des données relatives au paramètre sirocco se caractérise par de fortes variations dans le temps. Deux périodes peuvent être distinguées : la première période, de 1980 à 1991, s'est distinguée par des fluctuations plus au moins faibles avec une valeur maximale de 17 j/an. La seconde période, de 1992 à 2000, est caractérisée à la fois par une importante fluctuation et un maximum de nombre de jours de sirocco par an atteignant 25 j/an. Durant ces dernières années, une nette tendance à l'augmentation du nombre de jours de sirocco par an, semble être instaurée dans la région de Saïda.



**Figure 23** : Variation annuelle de sirocco.

### III.3.3 Humidité de l'air

L'humidité relative moyenne de l'air varie de 74,5 % en Décembre et 37 % au mois de Juillet. La moyenne minimale étant de 14,6 % en Juillet, alors que l'humidité maximale atteint 94,7 % (C.F.S, 2002).

# *PARTIE II*

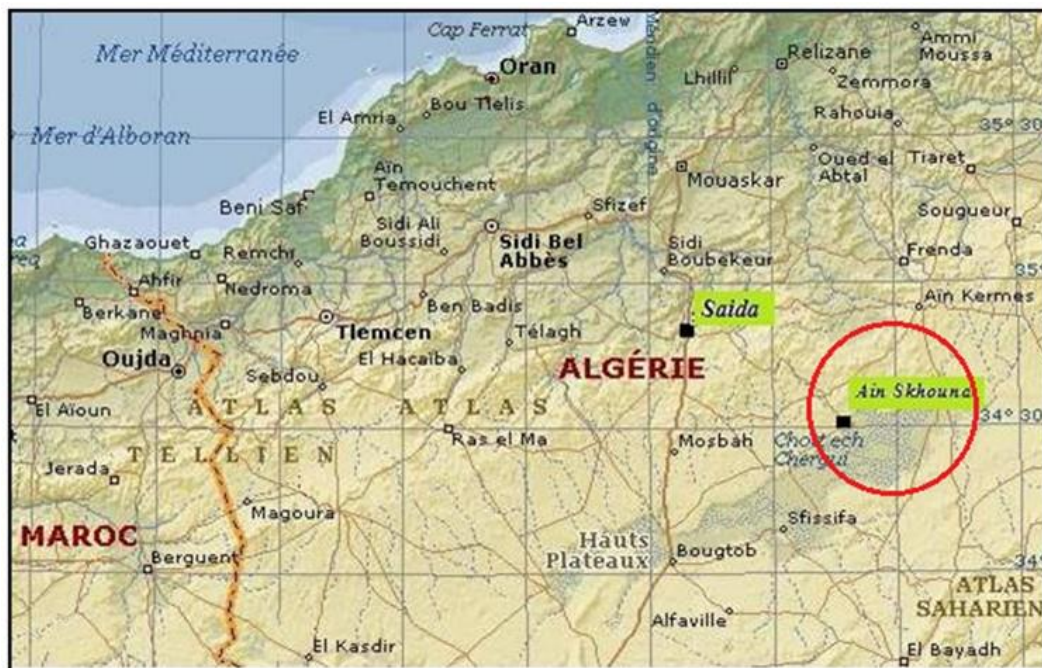
# *Méthodologie*

## Chapitre IV : Méthodologie.

### IV.1. Localisation de la zone d'étude :

La zone d'étude est localisée dans les hautes plaines steppiques de l'Algérie occidentale à 22 Km du chef-lieu de la commune d'Ain Skhouna (préfecture de Saida) (figure 24), aux environs de l'intersection du parallèle 34° 37' de latitude Nord et 0° 55' de longitude Est. L'altitude moyenne est de 1026 m et 1 % de dénivellation.

La zone d'étude couvre des parcours steppiques dégradés réhabilités en 2003 par le HCDS (Le Haut Commissariat au Développement de la Steppe) en implantant de l'*Atriplex canescens*. Il convient de souligner que cet écosystème fragilisé se place dans un contexte environnemental extrêmement important de préservation de la biodiversité végétale, sachant qu'il abrite des espèces végétales vulnérables, menacées d'extinction.



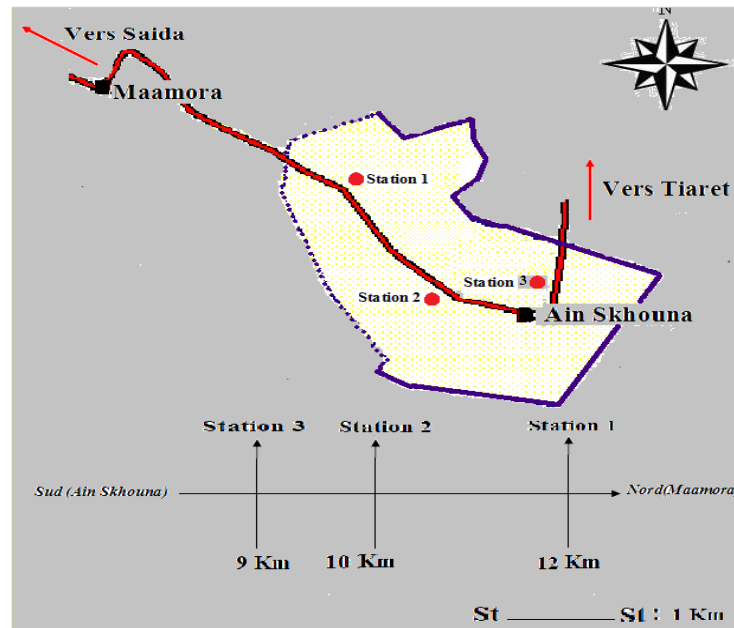
**Figure 24** : Localisation de la commune d'Aïn Skhouna (Algérie occidentale)

## IV.2. Choix des stations :

L'étude a été menée dans trois stations (S1, S2, S3) choisies dans les parcours steppiques réhabilités par l'*Atriplex canescens* (figure 25). Les trois stations se distinguent par leur état de dégradation. Les stations S1 et S2 sont clôturées tandis que la station S3 est ouverte au pacage. Cette dernière est prise comme témoin pour toute comparaison avec les stations à accès contrôlé. Nous avons échantillonné des sujets adultes, âgées de 5 à 6 ans pour chaque stations.

Les stations choisies sont caractérisées par des conditions micro topographiques, micro climatiques et écologiques très particulières (l'altitude, la pente, l'exposition, la nature du substrat, couverture végétale). Pour chaque station, on a notées les principales données (exposition, texture du sol, altitude, pente).

Les plants d'*Atriplex canescens* sont préalablement cultivés en pépinière durant trois mois avant d'être transplantés en zone steppique. Ces plantations sont effectuées dans des potêts établis le long des sillons. La distance séparant deux sillons voisins est de 5 m. L'écartement entre deux potêts est de 2.5 m. La densité des plantations est estimée à 800 plants / ha. Après plantation, trois arrosages sont effectués à raison de 20 litres / plant sur une période de deux mois (Henni et Mehdadi., 2012).



**Figure 25 :** Localisation des stations échantillonnées (S1, S2, S3) dans la steppe de la commune d'Ain Skhouna (Wilaya de Saïda, Algérie occidentale)

**Station 1** (figure 26 à 31)

---

**Commune de :** Ain Skhouna.

**Espèce dominante :** *Atriplex canescens*.

**Etats du reboisement :** Bien venant.

**Caractéristique de la station :** clôturée (mise en repos).

**Altitude :** 1011 - 1026 m

**Pente :** 3 - 6 % Terrain peu accidenté.

**Exposition dominante :** Sud

**Sols :** sols calcaires.

**Géologie :** calcaire dolomitiques.

**Caractéristique floristiques :** *Atriplex canescens* ; *Artemisia herba-alba* ; *Lygeum spartum*





**Figure 26 à 31 :** Touffes d'*Atriplex canescens* a la station 1 du parcours steppique d'Ain Skhouna (wilaya de Saïda, Algérie occidentale)

**Station 2** (figure 32 à 37)

---

**Commune de :** Ain Skhouna.

**Espèce dominante :** *Atriplex canescens*.

**Etats du reboisement :** Bien venant.

**Caractéristique de la station :** clôturée (mise en repos).

**Altitude :** 1017- 1024 m

**Pente :** 0 - 3 %.

**Exposition dominante :** Nord

**Sols :** sols calcaires.

**Géologie :** calcaire dolomitiques.

**Caractéristique floristiques :** *Atriplex canescens* ; *Artemisia herba-alba* ; *Lygeum spartum*.



**Figure 32 à 37 :** Touffes d'*Atriplex canescens* à la station 2 du parcours steppique d'Ain Skhouna (wilaya de Saïda, Algérie occidentale)

**Station 3** (figure 38 à 43)

---

**Commune de** : Ain Skhouana.

**Espèce dominante** : *Atriplex canescens*.

**Etats du reboisement** : dégradé.

**Caractéristique de la station** : ouverte au pâturage (absence de mise en repos).

**Altitude** : 1010 - 1026 m

**Pente** : 0 - 3 %.

**Exposition** : Nord

**Sols** : sols calcaires.

**Géologie** : calcaire dolomitiques.

**Caractéristique floristiques** : *Atriplex canescens* ; *Artemisia herba-alba* ; *Lygeum spartum*.



**Figure 38 à 43 :** Touffes d'*Atriplex canescens* à la station 3 du parcours steppique d'Ain Skhouna (wilaya de Saïda, Algérie occidentale)

### IV.3. Méthodes d'études minérales et biochimiques des feuilles et des graines de l'*Atriplex canescens* :

#### IV.3.1. Préparation des échantillons :

Les échantillons sont recueillis en juin 2011. Les feuilles et les graines d'*Atriplex canescens* sont collectées, sélectionnées, transporter immédiatement au laboratoire où les échantillons sont séchées à la température du laboratoire puis a l'étuve (80° C pendant 24 heures). La poudre végétale servant de base dans la détermination des paramètres physicochimiques et des composés biochimiques, est obtenue après broyage et tamisage à 0.4 mm de maille. Toutes les analyses sont faites en cinq répétitions.

#### IV.3.2. Analyse physico-chimique :

Les teneurs en matière sèche (MS), matière minérale (MM), azote et matière grasse sont déterminées selon les méthodes AOAC (1990).

➤ **déterminations du taux d'humidité et de la matière sèche :**

L'intérêt de cette analyse est de déterminer la teneur (en %) de l'eau contenue dans l'échantillon. Le taux d'humidité est mesuré sur deux (02) grammes de poudre végétale de l'*Atriplex canescens*. Il est obtenu à partir d'une série de cinq (5) pesées des capsules préalablement tarées ( $P_0$ ) et après passage à l'étuve (80° C) jusqu'à obtention d'un poids constant ( $P_2$ ). Le résidu caractérise la teneur en matière sèche de l'échantillon (AFNOR, 1982). Le taux d'humidité et par conséquent celui de la matière sèche sont obtenus à partir des formules suivantes :

$$\text{Matière sèche (\%)} = \frac{P_1 - P_0}{P_1 - P_0} \times 100$$

$$\text{Humidité (\%)} = 100 - \% \text{ matière sèche}$$

➤ **Dosage de la matière organique et de la matière minérale :**

La teneur en matière minérale d'une substance alimentaire et conventionnellement le résidu obtenu après destruction de la matière organique par incinération. La matière minérale a été dosée selon la méthode (AFNOR, 1977) à partir de cinq (05) grammes de poudre végétale, pesés dans des creusets en porcelaine ( $P_1$ ) préalablement tarés ( $P_0$ ), puis portés au four jusqu'à carbonisation complète sous

inflammation de la masse pendant trois heures à une température de 550° C. Les creusets contenant le résidu sont refroidis au dessiccateur puis pesés (P<sub>2</sub>). La perte de poids observée au cours de la calcination correspond à la matière organique et le résidu à la matière minérale.

Les taux de la matière minérale et de la matière organique sont calculés comme suit :

$$\text{Matière minérale (\%)} = \frac{P_1 - P_0}{P_1 - P_0} \times 100$$

$$\text{Matière organique (\%)} = 100 - \% \text{ de matière minérale}$$

➤ **Dosage des éléments minéraux :**

La teneur en élément minéraux a été déterminée par spectrophotométrie à flamme. Cette méthode repose sur l'utilisation d'un spectrophotomètre à flamme constitué par un dispositif de nébulosité alimenté par un gaz combustible transformant la solution à analyser en vapeur. Cette dernière se décompose en atomes ou radicaux qui sont ensuite excités par l'énergie thermique de la flamme. Leur retour à l'état initial s'accompagne de l'émission d'une radiation de fréquence caractéristique de l'élément à doser et dont l'intensité est fonction de sa concentration (Rodier, 1978).

➤ **Dosage de l'azote protéinique :**

La teneur en azote de la poudre végétale de l'*Atriplex canescens* est déterminée par la méthode Kjeldahl (ISO, 1997) qui consiste en une transformation de l'azote organique en sulfate d'ammonium sous l'action de l'acide sulfurique concentré à chaud, en présence d'un catalyseur approprié.

Le taux d'azote protéinique (N%) est obtenu à partir d'une série de titrations (V) à la suite de distillation des solutions minéralisées contenant chacune deux (02) grammes de poudre végétale (PV) de l'*Atriplex canescens*. Il est calculé selon la formule suivante :

$$N (\%) = \frac{0.0014 \times V \times 100}{PV}$$

La teneur en matières azotées totales (MAT) est obtenue de la multiplication du taux d'azote protéique (N%) au coefficient K = 6,25 (coefficient de conversion relatif aux aliments de bétail), selon la formule suivante :

$$\text{Pr \%} = \text{N \%} \times \text{K}$$

➤ **Dosage de la matière grasse (Méthode SOXHLET) :**

La teneur en matière grasse de la poudre végétale (P) d'*Atriplex canescens* est déterminée par extraction à l'éther de pétrole sans hydrolyse préalable, à partir d'une série de pesées (P<sub>1</sub>) à la suite d'extraction effectué à l'aide de l'appareil de SOXHLET et séchage à l'étuve (80° C). Le taux de matière grasse est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Matière grasse (\%)} = \frac{P_1}{p} \times 100$$

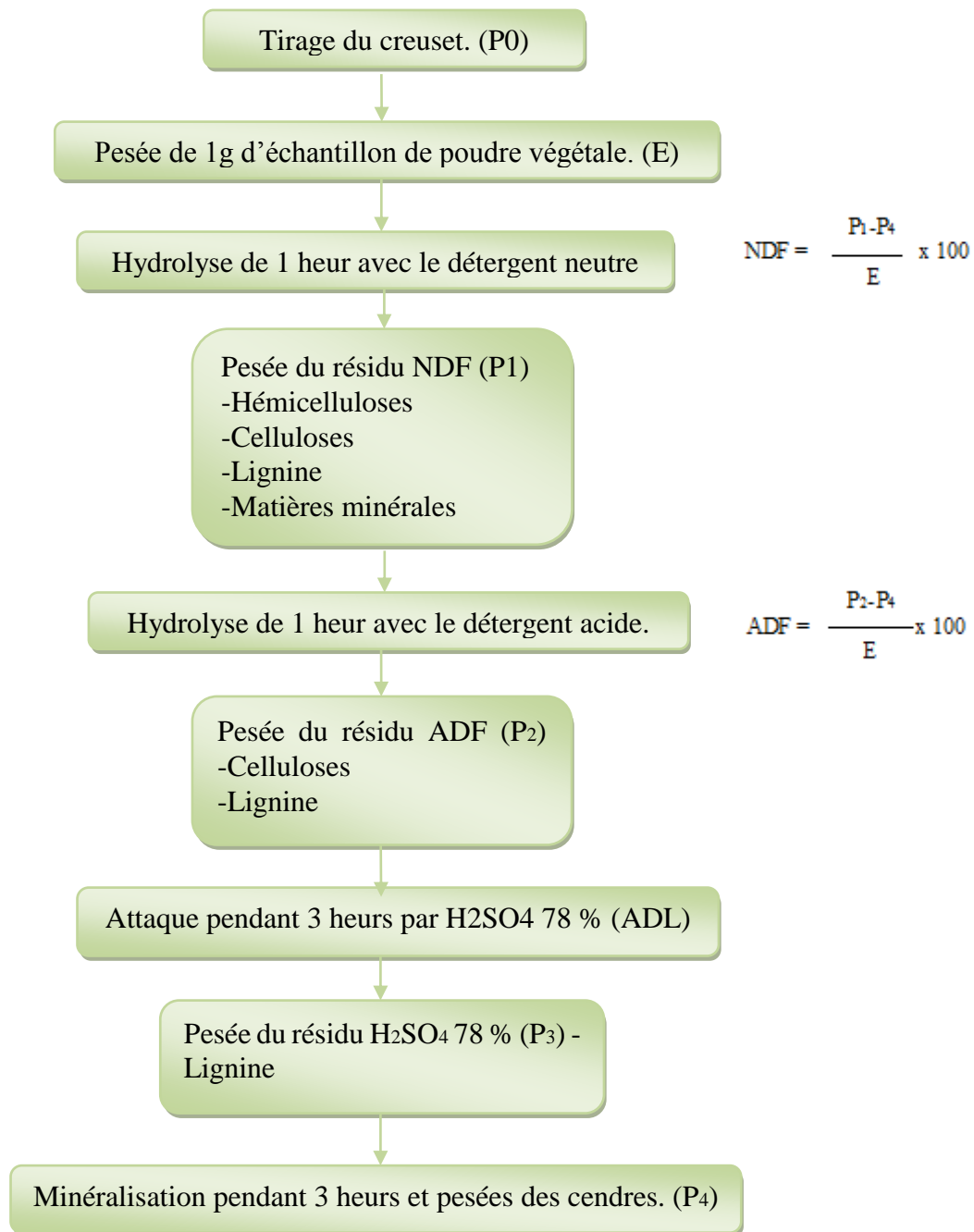
P<sub>1</sub> : Poids du ballon en g après extraction - poids du ballon en g avant extraction (vide).

P : Prise d'essai.

➤ **Dosage des fibres alimentaires et de la lignine :**

La détermination des taux des fibres alimentaires est réalisée par la méthode de Van Soest et Wine (1967) modifiée par Giger et al (1987). Le protocole est résumé dans la figure 44:





**Figure 44 :** Schéma du mode opératoire pour le dosage des fibres alimentaires et de la lignine  
Méthode Harche *et al.* (1991).

➤ **Hémicellulose :**

$$\text{Hémicellulose} = \frac{P_1 - P_2}{E} \times 100$$

➤ **Cellulose :**

$$\text{Cellulose} = \frac{P_2 - P_3}{E} \times 100$$

➤ **Lignine :**

$$\text{Lignine} = \frac{P_3 - P_4}{E} \times 100$$

---

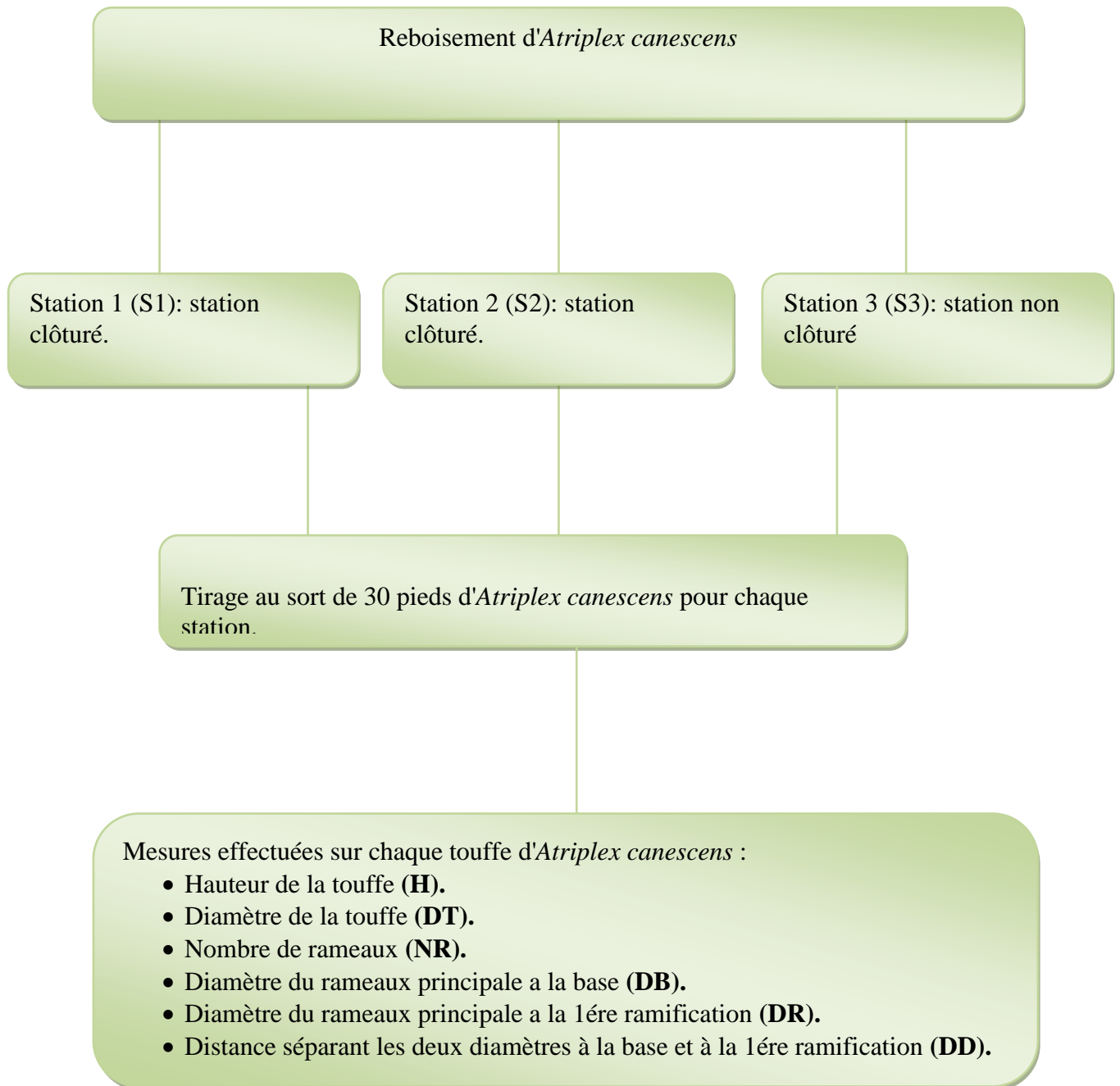
#### IV.4. Méthode d'étude morpho métrique :

La morphologie végétale est la partie de la botanique qui consiste à décrire la forme et la structure externe des plantes et de leurs organes. Cependant, les formes et les caractères peuvent changer selon le milieu où se trouve l'espèce végétale. L'étude de ces variations nécessite l'utilisation de la morphométrie, qui donne des renseignements sur le polymorphisme des espèces, leurs états de dégradation et d'adaptation aux différentes conditions du milieu.

L'analyse de l'état du développement des arbustes d'*Atriplex canescens* dans les trois stations réhabilitées (S1, S2, S3), s'effectue par des mesures de dimensions morpho-métriques (hauteur, diamètre de la touffe, nombre de rameaux, diamètre du rameaux principale a la base, diamètre du rameau principal à la première ramification, longueur entre les deux diamètres à la base et à la première ramification).

L'étude de la structure spatiale s'appuie sur la technique d'échantillonnage systématique. Elle est basée sur trois transects de placettes, d'orientation Sud-Nord. Sur chaque transect, 30 placettes de 2m<sup>2</sup> espacées également de 5 m les unes des autres, on été matérialisées pour effectuer les mesures morpho-métriques sur les pieds d'*Atriplex canescens*. La surface échantillonnée est de 180 m<sup>2</sup> (=30×3×2) et la surface totale prospectée de 270 000 m<sup>2</sup> (=180×5×300), soit 27 hectares. Les données ont été récoltées sur le terrain dès la reprise de la végétation en avril 2008.

Le protocole de l'étude morpho-métrique de l'*Atriplex canescens*, exécuté dans les trois stations, est illustré dans la figure 45.



**Figure 45** : Schéma des mesures morpho-métriques effectuées sur les pieds d'*Atriplex canescens*

#### IV.5.Méthodes d'étude pédologique

Les échantillons, servant à l'étude du sol, ont été prélevés juste à côté des pieds d'*Atriplex canescens*. Trois profils pédologiques (P1, P2, P3) sont réalisés dans chaque station. Au niveau de chaque profil, il a été procédé à la mesure de l'épaisseur du sol (de la surface jusqu'à la dalle calcaire). Les échantillons prélevés sont transportés dans des sachets en plastique, soigneusement numérotés en précisant la date et la localisation. Ils sont mis à sécher à l'air libre au laboratoire durant quelques jours. La terre séchée est tamisée par un tamis à mailles de 2 mm (Afnor, 1987), séparant les éléments grossiers de la terre fine inférieure à 2 mm.

Les paramètres pédologiques évalués sont : la texture, l'humidité, le pH, la conductivité électrique, le taux de la matière organique et le taux du calcaire total. Les méthodes d'analyses utilisées sont celles exposées dans le manuel d'analyse des sols (Aubert, 1978).

##### IV.5.1. Analyses physiques :

###### ➤ Analyses granulométriques :

Les analyses granulométriques ont permis de définir la texture du sol et sa composition granulométriques. La méthode utilisée est celle de (Casagrande, 1934) basée sur la vitesse de sédimentation selon la loi de Stokes. La terre fine a été d'abord traitée par l'hexametaphosphate de sodium à chaud pour détruire les agrégats par dispersion. Les éléments du sol (sable, limon et argile) sont exprimés en pourcent et la texture est déterminée à l'aide du diagramme.

La vitesse de chute des particules de terre est calculée par la formule de Stockes.

$$V=2/9 g (s-sl /n) r^2$$

- *V* : Vitesse de sédimentation (m/s)
- *G* : Accélération de la pesanteur (m/s)
- *S* : Densité de la particule (g) (*S*=2.65g)
- *SL* : Densité du liquide
- *N* : Viscosité du liquide (m/s)
- *r* : Rayon de particule(m)

Dans des conditions constantes, la formule peut s'écrire

$$V=K. r^2$$

- **K** : Coefficient dépend de la nature du liquide et de la température.

➤ **L'humidité :**

L'humidité au champ correspond à la teneur en eau d'un échantillon de sol au moment du prélèvement.

$$H\%=(pf -ps /ps) 100$$

- H% : Humidité au champ
- PF : Poids frais de l'échantillon avant séchage
- PS : Poids sec de l'échantillon après séchage.

➤ **La couleur :**

C'est un caractère physique qui peut révéler certaines conditions de pédogénèse et parfois les vocations possibles du sol considéré. La couleur est déterminée sur l'échantillon à l'état sec suivant le code international Munsell.

#### IV.5.2. Analyses chimiques :

➤ **Le pH :**

Le **pH** permet de définir d'une manière approximative, l'état du complexe absorbant, notamment le taux de saturation. Il est mesuré au laboratoire sur le mélange du sol (20g) +l'eau distillée (50ml). L'échelle du pH utilisée est celle reportée dans le tableau 9.

**Tableau 9** : Echelle du pH.

pH	
4.9	Très acide
6.9	Peu acide
7	Neutre
7.1-8	Peu alcalin
9.4	Alcalin

➤ **La conductivité électrique :**

La salinité est mesurée par la conductivité électrique de l'extrait aqueux d'une solution dont le rapport eau/sol et la prise d'essai (20g de sol +50ml d'eau distillé) égale à 1/5. Cette grandeur est exprimée en millisiemens par cm (Millis/cm). La conductivité est proportionnelle à la somme des ions en solution.



➤ **Calcaire total :**

Fondé sur la réaction caractérisée du carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) avec l'acide Chlorhydrique (HCl), le dosage du calcaire total est réalisé à l'aide du Calcimètre de Bernard.

L'échelle d'interprétation des taux de carbonates (Tableau 10) permet de déterminer la quantité du  $\text{CaCO}_3$  se trouvant dans l'échantillon du sol.

**Tableau 10 :** Echelle d'interprétation des taux de carbonates

% Carbonates	Charge En Calcaire
<0.3	Très faible
0.3-.3	Faible
3-25	Moyen
25-60	Fort
Sup 60	Très fort

➤ **Carbone organique :**

Le dosage du carbone organique est effectué à l'aide de la méthode Tjurin modifiée.

**IV.6. Traitement des données :**

Les paramètres morpho-métriques et édaphiques des trois stations étudiées sont traités par une analyse en composantes principales (ACP) en utilisant le logiciel STATISTICA 6.0. La matrice de cette analyse est composée des différents paramètres morpho-métriques et édaphiques correspondant aux

---

trois stations. Elle a pour objet de synthétiser les liaisons linéaires entre les différentes variables sous forme graphique. Les deux premiers axes (ou composantes principales) expliquent plus de 70 % de l'information globale. Ces 2 axes permettent d'expliquer l'état du développement des arbustes d'*Atriplex canescens*. L'interprétation des axes factoriels se fait à partir de l'examen du cercle de corrélation et de la position des périmètres retenus sur les axes factoriels (Phillippeau, 1986).



# *Résultats*

## Chapitre V : Résultats

### V.1. Profil biochimique de l'*Atriplex canescens*

Les résultats relatifs aux analyses physico-chimiques effectuées sur la poudre végétale de l'*Atriplex canescens* sont consignés dans les tableaux ci-dessous.

#### V.1.1. Taux d'humidité, de la matière sèche de la matière minérale

Les taux d'humidité et de la matière minérale des feuilles de l'*Atriplex canescens* demeurent faibles. Les moyennes respectives sont de l'ordre de 21.65% et 20.33%.

Le Tableau 11 indique les taux d'humidité, de la matière sèche et de la matière minérale de l'*Atriplex canescens*.

**Tableau 11:** Taux d'humidité, de la matière sèche et de la matière minérale de l'*Atriplex canescens*.

Echantillons	Taux d'humidité	Taux de matière sèche	Taux de matière minérale
<b>1</b>	22,42%	77,58%	20,18%
<b>2</b>	20,89%	79,11%	21,08%
<b>3</b>	21,36 %	78.63%	20,28%
<b>4</b>	22,10 %	77.90%	19,55%
<b>5</b>	21,48 %	78.52%	20,60%
<b>Moyennes</b>	21,65 %	78.34%	20,33%

Le taux de matière sèche, de l'ordre de 78,34 %, est assez élevé. La forte teneur en matière sèche

s'explique par le fait qu'elle évolue dans un xérique. Ces caractéristiques botaniques lui ont permis de s'adapter aux fortes chaleurs et à la raréfaction des eaux pluviales (Aidoud, 1989).

### V.1.2. Taux en éléments minéraux

Les éléments minéraux dosés sont limités au calcium, au phosphore, au sodium et au potassium. Les plus faibles valeurs sont enregistrées pour le phosphore et le potassium (tableau 12). Cependant le calcium et le sodium présentent des taux appréciables.

**Tableau 12** : Taux de calcium, de phosphore, de sodium et de potassium contenus dans les feuilles de l'*Atriplex canescens*

<b>Echantillons</b>	<b>Calcium</b>	<b>Phosphore</b>	<b>Sodium</b>	<b>Potassium</b>
<b>1</b>	1.94%	0.33%	2.93%	0,08%
<b>2</b>	2.06%	0.29%	3.08%	0,06%
<b>3</b>	1.91%	0.42%	3.11%	0.09%
<b>4</b>	1.88%	0,31%	4,01%	0,06%
<b>5</b>	2.03%	0.25%	3.72%	0,10%
<b>Moyennes</b>	1.96%	0.32%	3,37%	0,07%

### V.1.3. Taux de la matière organique, de l'azote protéique et de la matière grasse

Le taux de la matière organique des feuilles de l'*Atriplex canescens* se situe entre 84,56% et 86,36%. Cependant le taux moyen demeure faible aussi bien pour l'azote protéique (12,24%) que pour la matière grasse (16,50%).

Le Tableau 13 indique le taux de la matière organique, d'azote protéique et de matière grasse contenus dans les feuilles de l'*Atriplex canescens*.

**Tableau 13** : Taux de matière organique, d'azote protéique et de matière grasse contenus dans les feuilles de l'*Atriplex canescens*

Echantillons	Taux de matière organique	Taux de l'azote protéique	Taux de la matière grasse
1	76,66%	12,33%	18,22%
2	74,36%	12,78%	17,91%
3	75,16%	11,98%	17,43%
4	75,78%	12,26%	18,04%
5	76,56%	11,86%	18,21%
<b>Moyennes</b>	75,70%	12,24%	17,96%

### V.1.4. Taux des fibres alimentaires et de la lignine

Les taux de la lignine et des fibres alimentaires des feuilles de l'*Atriplex canescens* sont consignés dans le tableau 14.

**Tableau 14** : Taux d'hémicellulose, de cellulose et de lignine contenus dans les feuilles de l'*Atriplex canescens*

Echantillons	Taux d'Hémicellulose	Taux de cellulose	Taux de lignine
1	1,20%	12,16%	18,78%
2	0,98%	11,28%	17,99%
3	1,55%	10,98%	19,28%
4	1,28%	11,56%	18,86%
5	1,25%	12,45%	20,20%
<b>Moyennes</b>	1,17%	11,65%	19,02%

Le taux moyen de la lignine (19,02%) est supérieur à celui de la cellulose (11,65%). Cependant le taux d'hémicellulose demeure faible (1,17%).

## V.2. Besoins en éléments minéraux

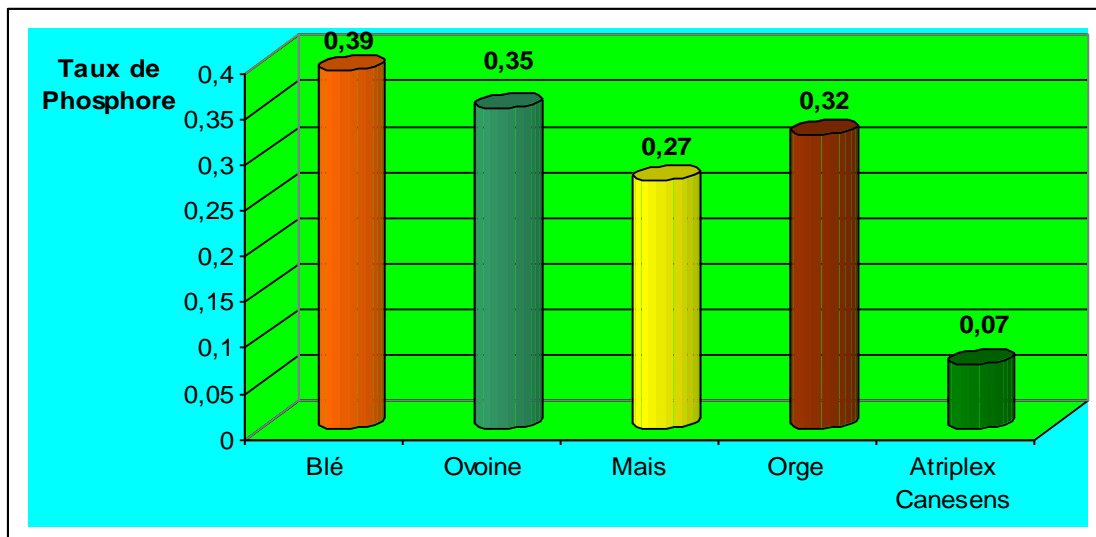
Les besoins en calcium et en phosphore des ovins en croissance sont consignés dans le tableau 15.

**Tableau 15** : Les besoins en calcium et phosphore des ovins en croissance (Belaid, 1986)

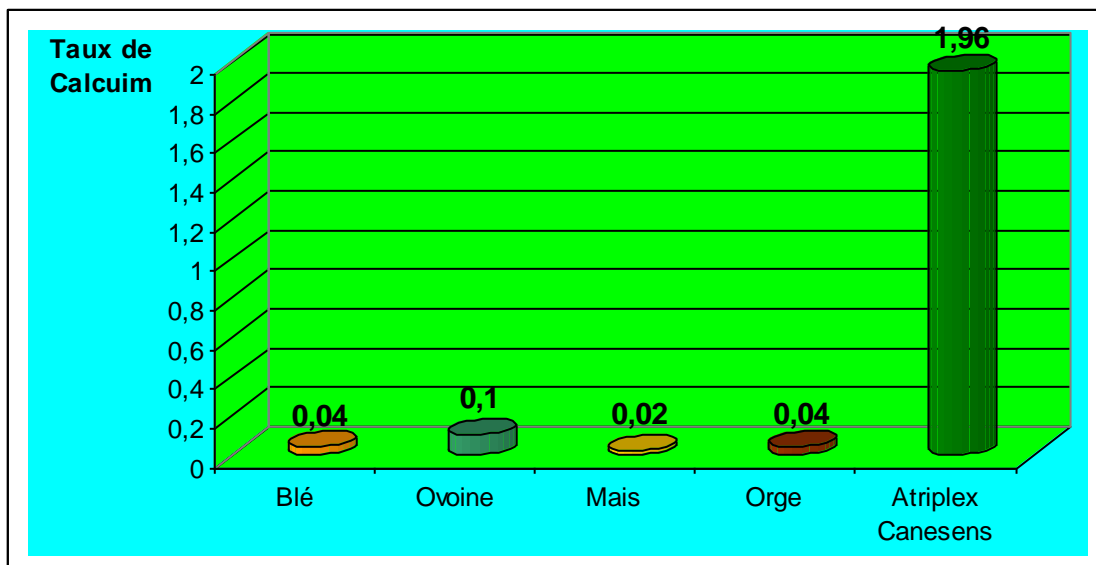
<u>Croît G/J</u> (Gain / Jour)	Poids vif : 30 kg		Poids vif : 50 kg	
	Ca <sup>2+</sup>	P	Ca <sup>2+</sup>	P
50	3.3	2.0	5.5	3.3
100	4.0	2.3	6.5	3.8
200	5.5	2.9	8.5	4.5
300	7.5	3.5	10.5	5.2

Le phosphore et le calcium existent entre eux de telles relations qu'il serait difficile au nutritionniste de les étudier séparément.

Comparée aux produits des céréales destinés à la consommation pour le bétail, l'*Atriplex canescens* présente une teneur forte en calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ ) et une très faible teneur en phosphore (P) (figures 46 et 47).



**Figure 46 :** Le taux de Phosphore (P) chez l'*Atriplex canescens* et les Céréales



**Figure 47 :** Le taux de calcium chez l'*Atriplex canescens* et les céréales.

### V.3. Cellulose et fraction lipoprotéique de l'*Atriplex canescens*

Le taux de cellulose chez l'*Atriplex canescens* est supérieur à celui des céréales (figure 48).

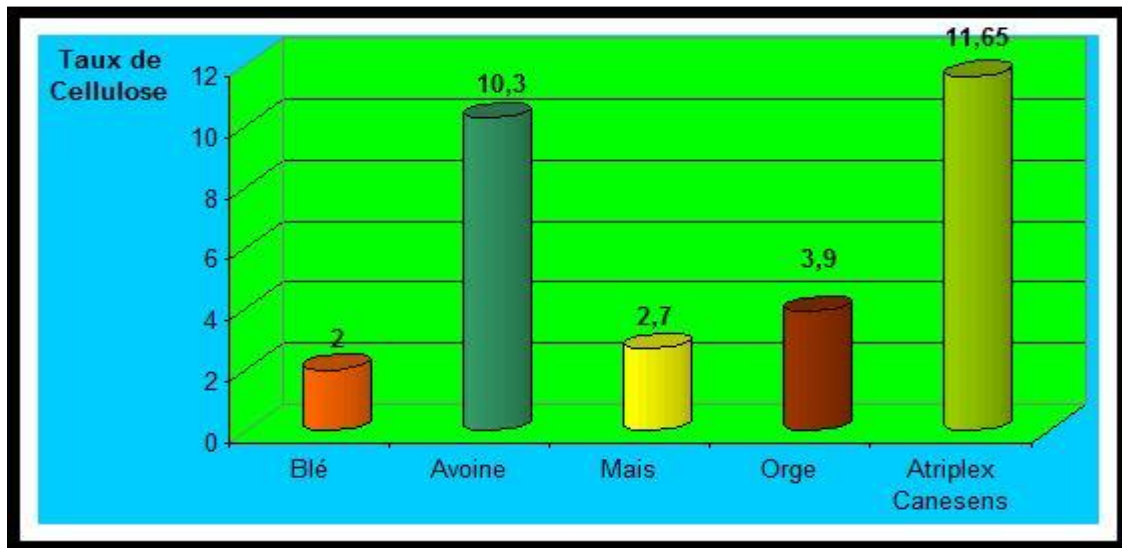


Figure 48 : Le taux de cellulose chez l'*Atriplex canescens* et les céréales.

Le taux des lipides de l'*Atriplex canescens* (17,96%) est plus important que celui des céréales (figure 49).

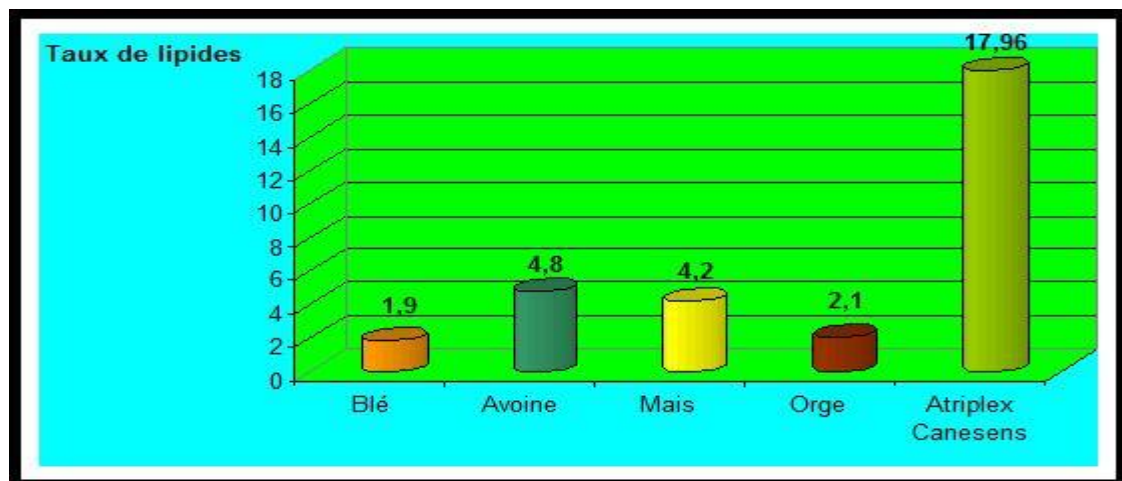
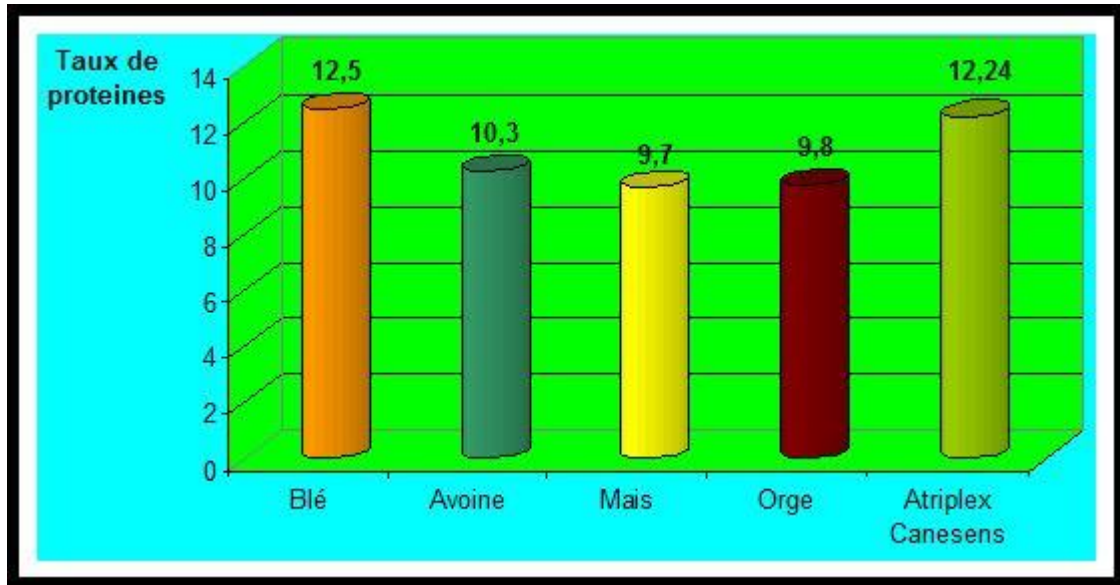


Figure 49 : Le taux de lipides chez l'*Atriplex canescens* et les céréales.

Le taux de protéines de l'*Atriplex canescens* et les céréales est médiocre. Le taux de protéines de l'*Atriplex canescens* est égale 12,24% ; celui des céréales se situe entre 9.7% et 12.5% (figure 50).

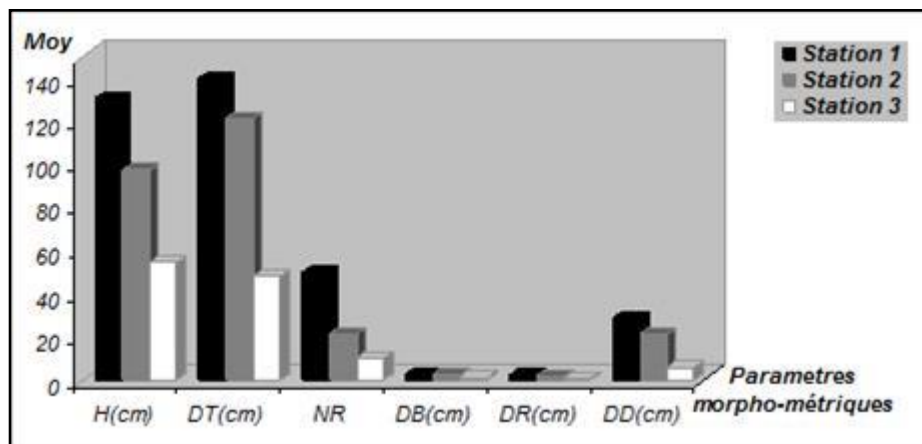


**Figure 50** : Le taux de protéines chez l'*Atriplex canescens* et les céréales



#### V.4. Données morpho-métriques

Les valeurs moyennes des paramètres morpho-métriques d'*Atriplex canescens* dans les trois stations (S1, S2 et S3) sont représentées dans la figure 51.



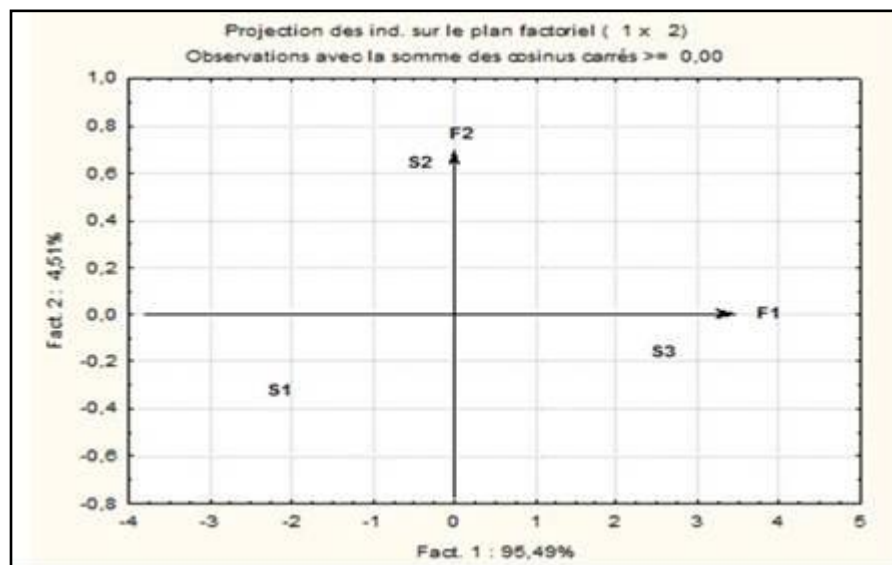
**Figure 51** : Moyennes des paramètres morpho-métriques d'*Atriplex canescens* dans les trois stations.

**H** : hauteur ; **DT** : diamètre de la touffe ; **NR** : nombre de rameau ; **DB** : diamètre du rameaux principale a la base ; **DR** : diamètre du rameaux principale a la 1ère ramification ; **DD** : longueur entre les deux diamètres (a la base et a la 1ère ramification).

L'étude morpho-métrique a révélé une différence de développement de l'espèce étudiée. Le bon développement de l'*Atriplex canescens* est observé dans les stations S1 et S2 mises en repos. La station S3, ouverte au pacage, accuse par contre un retard de croissance. L'arbuste assimilé à une touffe, a atteint en moyenne une hauteur de 130.1 cm à la station S1 et 96.8 cm à la station S2. La station S3 a enregistré une hauteur moyenne de 54.4 cm et un très faible taux de recouvrement. La différence est exprimée par la variable « F » de fisher-snédecor ( $F_{\text{obs}} = 241.29 > F_{\text{th}} = 3.10$  à  $\alpha = 5\%$ ). Le coefficient de variation varie de 07% à 16%. Le diamètre des touffes présente une différence hautement significative entre les stations ( $F_{\text{obs}} = 119.28 > F_{\text{th}} = 3.10$  à  $\alpha = 5\%$ ). Les valeurs moyennes, enregistrées dans les trois stations, sont respectivement de l'ordre de 142.80 cm, 120.50 cm et 47.97 cm. La variation des valeurs enregistrées dans les trois stations est exprimée par un coefficient de variation allant de 19% à 41%. Le nombre de rameaux, par touffe, est variable d'une station à une autre. Il est de 50 à la station S1, 21 à la station S2 et 10 à la station S3. La variation intra station est située entre 16% et 35%. La différence entre les stations est hautement significative ( $F_{\text{obs}} = 411.92 > F_{\text{th}} = 3.10$  à  $\alpha = 5\%$ ). Le diamètre à la base du rameau principal, mesuré sur les touffes d'*Atriplex canescens*, est variable d'une station à une autre ( $F_{\text{obs}} = 53.56 > F_{\text{th}} = 3.10$  à  $\alpha = 5\%$ ). Les valeurs moyennes sont

de l'ordre de 2.76 cm à la station S1, 2.15 cm à la station S2 et 1.13 cm à la station S3. La variation des mesures à l'intérieur des stations échantillonnées est passée de 22% à 29%. Le paramètre « longueur entre la base et la 1<sup>ère</sup> ramification » est aussi variable d'une station à une autre. La différence des moyennes enregistrées est hautement significative entre les stations ( $F_{obs} = 71.51 > F_{th} = 3.10$  à  $\alpha = 5\%$ ). Elles sont de l'ordre de 28.30 cm à la station S1, 20.70 cm à la station S2 et 5.62 cm à la station S3. Les écarts entre les différentes valeurs à l'intérieur des stations sont exprimés par des coefficients de variation allant de 24% à 42%.

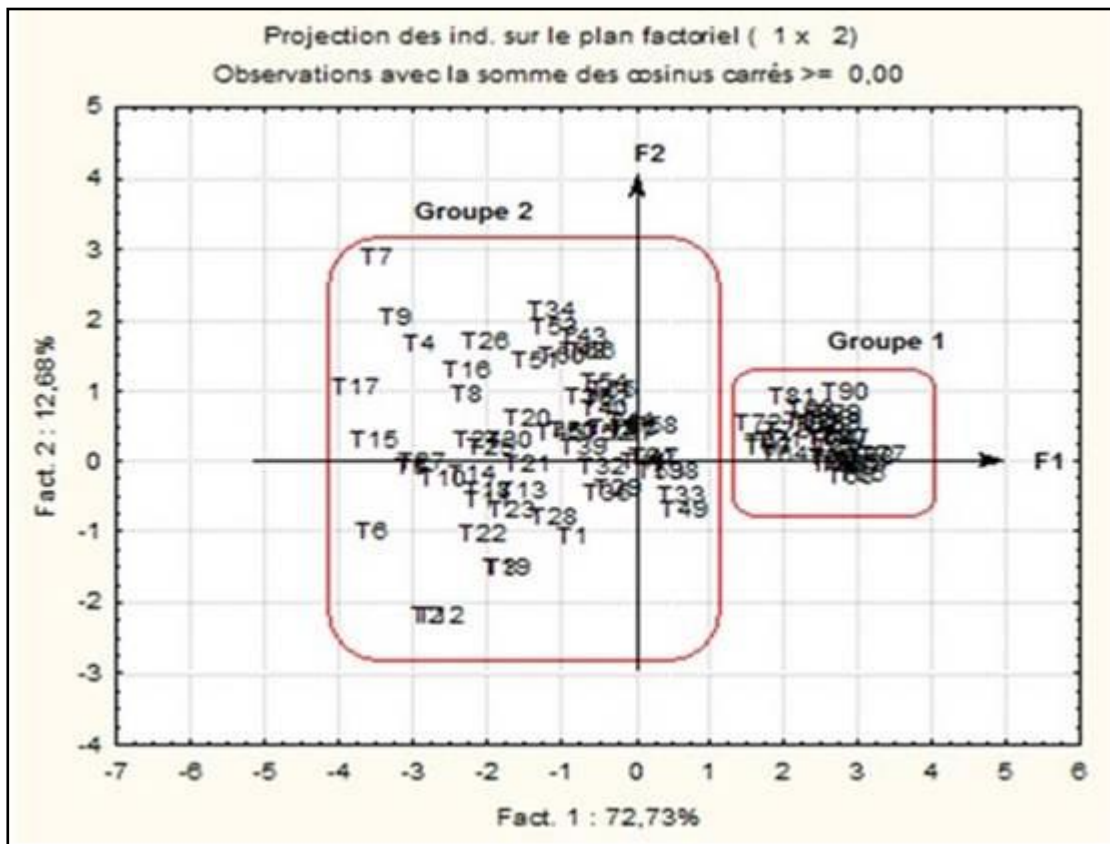
Le traitement des données morpho-métriques, par une analyse en composantes principales, situe les stations échantillonnées dans trois quadrants du plan factoriels F1xF2 (figure 52).



**Figure 52 :** Projection des trois stations échantillonnées sur le plan factoriel (F1x F2)

Les stations se différencient par l'ordre de grandeur des paramètres morpho-métriques mesurés sur les touffes d'Atriplex. La station S1, comparée aux stations S2 et S3, se trouve dans un très bon état. A l'opposé, la station S3 est en état de dégradation. La station S2 est moyennement bien venante où la croissance ne souffre pas trop des conditions de pacage.

Les touffes d'Atriplex, projetées dans le plan factoriel (F1xF2), se sont organisées en deux grands groupes distincts (figure 53).



**Figure 53 :** Projection des 90 touffes d'Atriplex dans le plan factoriel (F1xF2).

Le 1<sup>er</sup> groupe est constitué par les 30 touffes (T61 à T90) de la station S3. Le 1<sup>eme</sup> groupe réunit les 60 touffes (T1 à T60) des stations S1 et S2. La fragmentation des deux groupes par les axes factoriels exprime en partie la variabilité des mesures au sein de ces deux stations.

### V.5. Paramètres pédologiques

Les valeurs moyennes relatives aux différents paramètres physico-chimiques caractéristiques de l'horizon superficiel du sol correspondant aux trois stations échantillonnées (S1, S2 et S3) sont reportées dans le tableau 16.

**Tableau 16 :** Données des paramètres physico-chimiques du sol des 3 stations (S1, S2, S3).

Station	S1				S2				S3			
Altitude	989 m				993 m				995 m			
P	P1	P2	P3	Moy.	P1	P2	P3	Moy.	P1	P2	P3	Moy.
Ep. (cm)	28	22	24	24.6	19	21	17	19	16	14	17	15.6
Sables (%)	17	14.3	10	13.7	43.7	40.1	26.1	36.6	26.9	33.5	24.7	28.3
Limons (%)	82.7	85.5	89.9	86	56.2	59.7	73.7	63.2	72.9	66.5	75.1	71.5
Argiles (%)	23	13	10	15.3	12	8	8	9.3	12	7	12	10.3
Texture	L	L	L	L	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS
Humidité (%)	10.2	8.9	9.7	9.6	8.1	7.4	8.3	7.9	6.1	5.4	6.3	5.9
pH	7.9	7.9	8.1	7.9	8.1	7.6	7.9	7.8	7.8	7.7	7.9	7.8
Salinité (ms/cm)	0.3	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	0.3	0.1	0.2
M.O (%)	2.9	2.4	2.5	2.6	2.1	1.7	1.9	1.9	1.2	1.3	1.1	1.2
Calcaire total(%)	38	40	41	39.6	40	40	32	37.3	40	36	34	36.6

**Légende :**

**P** : profil pédologique ; **Ep** : épaisseur du sol ; **Moy** : moyenne ; **L** : limoneuse ; **LS** : limono-sableuse ;  
**M.O** : matière organique.

L'ensemble des échantillons des sols analysés sont caractérisés par des pourcentages appréciables de sables et de limons tandis que les argiles sont faiblement présentées. Cette composition élémentaire du sol varie entre les 3 stations étudiées (S1, S2 et S3). La texture du sol de la station S1 est limoneuse (figure 49) tandis que celle des stations S2 et S3 est plutôt limono-sableuse (figure 54) avec un très faible taux d'argile dans les trois stations (A=15.3 %) à S1, (A=9.3 %) à S2 et (A=10.3 %) à S3.

L'épaisseur moyenne du sol est plus importante dans les stations S1 et S2 que la station S3. Elle varie respectivement de 19 cm à 24.6 cm aux stations S1 et S2. La station S3 n'enregistre que 15.6 cm d'épaisseur.

Les taux d'humidité du sol varient d'une station à une autre. Le taux d'humidité est le plus élevé (9.6%) est celui de la station S1 ; le plus faible est observé à la station S3 (5.9%). La station S2 présente un taux d'humidité moyen entre ceux des deux autres stations (7.9%).

Le pH est légèrement alcalin. Il est compris entre 7.8 et 7.9 avec une différence très peu significative entre les différents échantillons analysés des trois stations (S1, S2 et S3).

La conductivité électrique mesurée révèle des sols non salés pour la plupart des échantillons analysés. En effet, les mesures effectuées donnent des valeurs fluctuant entre 0.2 ms / cm à la station (S3) et 0.4 ms / cm aux stations S1 et S2. La conductivité électrique est nettement élevée aux stations S1 et S2 par rapport à la station S3.

La teneur en matière organique est faible dans les trois stations. La plus forte valeur (2.6 %) est enregistrée à la station S1, alors que les plus faibles (1.9 et 1.2%) sont observées aux stations S2 et S3.

Le taux de calcaire total oscille entre 36.6 % et 39.6 % respectivement aux stations S1 et S2. La station S3 enregistre une valeur intermédiaire de l'ordre de 37.3 %. Les sols des trois stations S1, S2 et S3 sont ainsi de la classe 1 du type fortement calcaire.

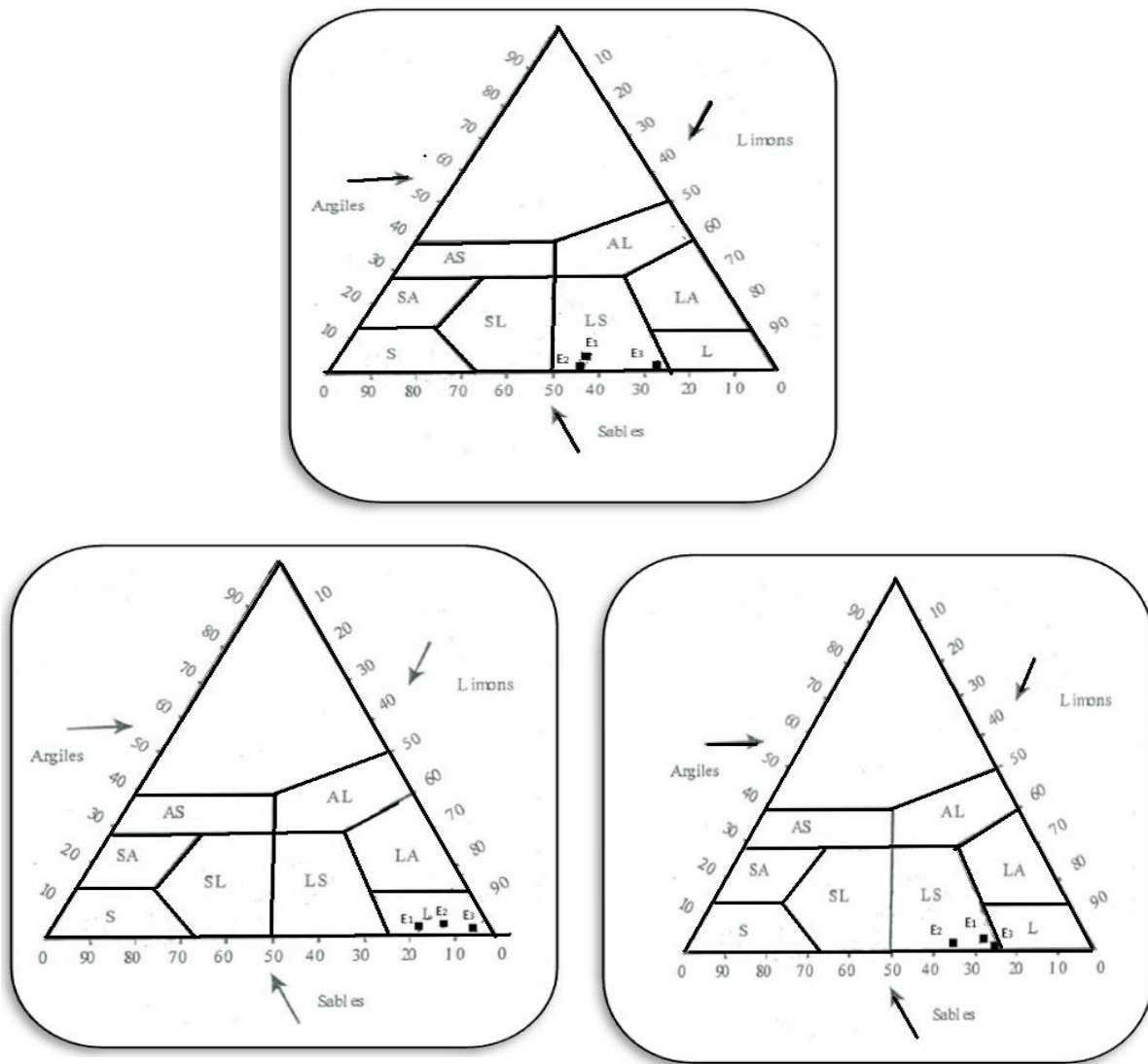


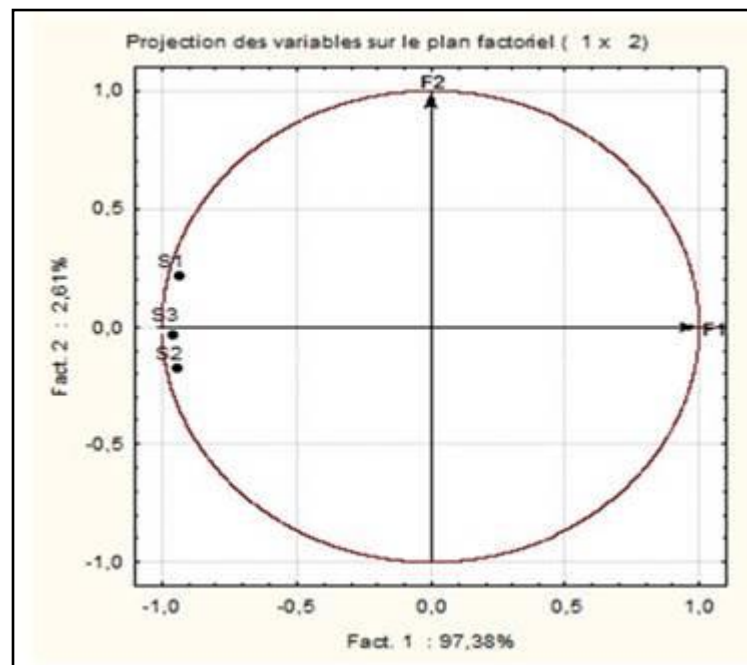
Figure 54 : Diagramme des trois stations.

**Légende :**

**A** : Texture Argileuse ; **AS** : Texture Argilo-Sableuse ; **AL** : Texture Argilo-Limoneuse ; **L** : Texture Limoneuse ; **LA** : Texture Limono-Argileuse ; **LS** : Texture Limono-Sableuse ; **S** : Texture Sableuse ; **SA** : Texture Sablo-Argileuse ; **SL** : Texture Sablo-Limoneuse.

Le traitement des données pédologiques, par une analyse de la variance à deux facteurs, permet de constater qu'il n'y a aucune interaction entre les échantillons de sol et les stations ( $F_{\text{obs}} = 0.001 < F_{\text{th}} = 3.22$  à  $\alpha = 5\%$ ). Les stations ne présentent pas de différences significatives ( $F_{\text{obs}} = 0.001 < F_{\text{th}} = 3.22$  à  $\alpha = 5\%$ ). Seuls les échantillons de sol sont différents ( $F_{\text{obs}} = 4.36 > F_{\text{th}} = 4.07$  à  $\alpha = 5\%$ ).

La représentation graphique, en fonction des paramètres physico-chimiques du sol, a mis en évidence les relations possibles entre les trois stations étudiées (figure 55). La station S1 se distingue des stations S2 et S3 par un faible taux de sables (13.78%) et des taux élevés d'argiles (15%), de limons (86.09%) et de matière organique (2.65%). Les stations S2 et S3 s'individualisent par des taux de limons compris entre 63.25 % et 71.51 %, un taux d'argiles de 9% à 10% et un taux de calcaire total de 36.67% à 37.33%. La station S3 se particularise par un faible taux de matière organique de l'ordre de 1.22%.



**Figure 55 :** Projection des 3 stations étudiées (S1, S2, S3) dans le cercle de corrélation

# *Discussions*



## **Chapitre VI : Discussion**

### **VI.1. Variabilité biochimique**

Les taux d'humidité et de la matière minérale des feuilles de l'*Atriplex canescens* demeurent faibles. Les moyennes respectives sont de l'ordre de 8,34% et 5,91 ; Cependant, le taux de matière sèche, de l'ordre de 78,34 %, est assez élevé. La forte teneur en matière sèche s'explique par le fait qu'elle évolue dans un milieu xérique. Ses caractéristiques botaniques lui ont permis de s'adapter aux fortes chaleurs et à la raréfaction des eaux pluviales (Aidoud, 1989). Les matières minérales sont indispensables à l'organisme surtout pendant la période de croissance (Degois, 1963).

Les éléments minéraux dosés sont limités au calcium, au phosphore, au sodium et au potassium. Les plus faibles valeurs sont enregistrées pour le phosphore et le potassium. Cependant le calcium et le sodium présentent des taux appréciables. La couverture des besoins du bétail, en calcium, phosphore et sodium, est nécessaire pour une bonne minéralisation des os.

Chez l'adulte, la rétention digestive représente 30% environ des matières minérales du lait. Il est préférable de fournir un bon complément minéral à la brebis allaitantes que d'augmenter le pourcentage de complément minéral dans les aliments concentrés pour agneau. Un équilibre harmonieux entre ces deux éléments (P, Ca<sup>++</sup>) est la condition primordiale d'une bonne nutrition minérale tant pour le développement et la reproduction que pour une bonne production laitière (Regaudi et Reveleau., 1976).

Le taux de cellulose chez l'*Atriplex canescens* est supérieur à celui des céréales (figure 53). Chez les polygastriques elle a un rôle capital. Elle est dégradée par les bactéries de la panse avec dégagement de chaleur, formation de gaz (méthane, gaz carbonique) et d'acides gras résorbés au niveau de la panse qui sont essentiellement : les acides acétique, propénoïque et butyrique.

- l'acide acétique participe à l'élaboration des graisses de réserve et des lipides du lait tout en libérant de l'énergie.
- L'acide propénoïque se transforme en glucose via le cycle de Krebs et joue un rôle anticétogène (d'où son emploi dans le traitement de l'acétonémie des vaches laitières).

- L'acide butyrique enfin fournit de l'énergie.

Le dérèglement des processus de libération et de dégradation des ces acides gras conduit à l'apparition de l'acétonémie : une maladie de vache laitière qui se manifeste peu après la mise bas par un amaigrissement rapide et l'apparition d'une odeur marquée d'acétone dans les urines, le lait et l'air expiré (Riss, 1969)

Le taux de la matière organique des feuilles de l'*Atriplex canescens* se situe entre 84,56% et 86,36%. Cependant le taux moyen demeure faible aussi bien pour l'azote protéique (12,24%) que pour la matière grasse (16,50%)

La matière grasse se rencontre dans toutes les cellules animales et surtout dans le lait de brebis qui est 1.5 à 2.5 fois plus riche que le lait de vache. Ce sont des substances énergétiques dégageant deux fois plus de calories que les glucides. Chez les ruminants adultes les hydrates de carbone sont les fournisseurs essentiels d'énergie.

Les aliments habituels apportent une quantité suffisante de lipides aux ruminants surtout si la ration comprend un minimum de bon foin ou d'herbe. Cependant les aliments pour l'allaitement artificiel des agneaux doivent avoir une teneur en matières grasses (20 à 30%), supérieure à celle des aliments pour veaux d'élevage (Regaudi et Reveleau., 1976).

La matière azotée est, sous la forme de combinaisons d'acides aminés, le constituant de base de la matière vivante. Elle entre dans la composition du lait qu'en est pour le jeune, la source noble. L'excédent peut être utilisé comme énergétique, mais après élimination de l'azote. L'excès devient rapidement encombrant pour l'organisme. La matière azotée de qualité est donc indispensable à la croissance rapide et plus particulièrement à la formation du muscle et à son entretien. Elle est aussi un des facteurs limitant la production laitière si la satisfaction des besoins n'est pas correctement assurée (Regaudi et Reveleau., 1976).

Le taux moyen de la lignine (19,02%) est supérieur à celui de la cellulose (11,65%). Cependant le taux d'hémicellulose demeure faible (1,17%).

Comparée aux produits des céréales destinés à la consommation pour le bétail (blé, avoine, maïs, orge), l'*Atriplex canescens* présente une teneur forte en calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ) et une très faible teneur en

---

phosphore (P). Le taux de cellulose (11,65%) et de lipides (17,96%) chez l'*Atriplex canescens* est supérieur à celui des céréales.

Le taux de protéines de l'*Atriplex canescens* et les céréales est médiocre. Le taux de protéines de l'*Atriplex canescens* est égale 12,24% ; celui des céréales se situe entre 9.7% et 12.5%

La gestion durable des parcours steppiques réhabilités est de mise pour la réussite de l'introduction de l'*Atriplex canescens*. En effet, la base de l'alimentation des animaux d'élevage, dans les zones arides, est représentée par le pâturage naturel. Quand la disponibilité fourragère offerte par les chaméphytes et les herbacées annuelles diminue en raison d'un manque de pluie saisonnière ou de la sécheresse, les touffes d'*Atriplex canescens* constituent un apport valable à l'alimentation dans les moments difficiles.

Les résultats obtenus montrent que l'*Atriplex canescens* constitue une source très importante pour le cheptel. La phytomasse de cette plante steppique peut former un aliment de substitution pour l'élevage du bétail en périodes de disette.

De cette étude, il ressort que l'*Atriplex canescens* en plus de son rôle écologique, possède une valeur nutritionnelle appréciable, à savoir un aliment de substitution pour l'élevage du bétail

## VI.2. Variabilité morpho métrique

La morphologie végétale est la partie de la botanique qui consiste à décrire la forme et la structure externe des plantes et de leurs organes. Cependant, les formes et les caractères peuvent changer selon le milieu où se trouve l'espèce végétale. L'étude de ces variations nécessite l'utilisation de la morphométrie, qui donne des renseignements sur le polymorphisme des espèces, leurs états de dégradations et les adaptations aux différentes conditions (Delpech, 2006).

L'analyse de l'état du développement des arbustes d'*Atriplex canescens*, implantés dans des parcours steppiques dégradés, s'est basée sur les mesures de dimensions morpho-métriques (hauteur, diamètre de la touffe, nombre de rameaux, diamètre du rameaux principale a la base, diamètre du rameau principal à la première ramification, longueur entre les deux diamètres à la base et à la première ramification).

La comparaison des données morpho-métriques, entre les plantations, a rendu possible la mise en évidence de la réussite de la réhabilitation des parcours steppiques dégradés. L'espèce *Atriplex canescens* s'est bien développée par la pratique de la rotation contrôlée des parcours réhabilités (Henni et Mehdadi, 2012). La hauteur et le diamètre des touffes ont atteints des valeurs comparables avec celles développées en pleine nature (Franclet et Le Houérou, 1971). Ces deux paramètres, en parcours à accès libre, sont désavantagés par la surexploitation. Les faibles valeurs enregistrées marquent les limites de développement de l'*Atriplex canescens* soumis à une forte exploitation.

L'absence de mise en repos des parcours réhabilités s'est manifestée par un éclaircissement du couvert végétal auquel s'associe un état végétatif médiocre des formations d'*Atriplex canescens* ssp. *Canescens*. Selon Aidoud et Aidoud-Lounis (1991) « la dégradation s'accompagne globalement, par une baisse de la biomasse pouvant être exprimée par le couvert végétal et la richesse floristique ».

Le nombre de rameaux et le diamètre des touffes sont corrélés positivement. Les fortes valeurs sont observées dans les deux stations protégées et les faibles valeurs dans les stations à accès libre. Cette différence, due à la fréquence d'exploitation de la touffe, est observée chez les *Atriplex* peuplant les zones arides (Froment, 1972 ; Larafa, 2004).

Le diamètre à la base du rameau principal et la longueur entre la base et la 1<sup>ère</sup> ramification

présentent eux aussi des différences entre les stations mises en repos réglementé et la station à libre accès. Les fortes valeurs sont enregistrées dans les stations à accès contrôlé. Ces stations profitent de la mise en repos pour que les touffes d'*Atriplex canescens* puissent croître et se développer sans contrainte d'exploitation (Dutuit, 1999). Les touffes deviennent vigoureuses et produisent beaucoup plus de biomasse (El Fikiki *et al.*, 2000 ; Rahmoune *et al.*, 2004). Par contre, la surexploitation des touffes semble ralentir la croissance des rameaux. L'appareil foliaire, siège de la fabrication de la matière organique par photosynthèse, est surexploité par les ovins. La touffe devient de moins en moins productive et la croissance des rameaux est plus que retardée ((Forti, 1986 ; Murad, 2000 ; Rae *et al.*, 2000 ; Nadjimi, 2012).

L'action anthropozoogènes à la station non contrôlée peut aider à définir des indicateurs fiables de dégradation, car l'action de l'homme est très présente et se traduit par des prélèvements de fourrage et des dégagements de pistes témoins de la fréquentation du bétail. Les effets conjugués de la pression anthropique croissante sur les ressources naturelles et les conditions climatiques sévères engendrent des dysfonctionnements de l'écosystème terrestre. Ces effets sont amplifiés par les modes et les systèmes inappropriés d'exploitation des ressources naturelles disponibles. La surexploitation de ces ressources naturelles, génère souvent des problèmes de dégradation physique et de détérioration de la qualité chimique des ressources du sol ; De plus, le rétrécissement des aires de pâturage, accélèrent le processus de désertification (Benbrahim *et al.*, 2004).

Le traitement des données morpho-métriques, par une analyse en composantes principales, situe les stations échantillonnées dans trois quadrants du plan factoriels F1xF2. Les stations se différencient par l'ordre de grandeur des paramètres morpho-métriques mesurés sur les touffes d'*Atriplex*. La station S1, comparée aux stations S2 et S3, se trouve dans un très bon état. A l'opposé, la station S3 est en état de dégradation. La station S2 est moyennement bien venante où la croissance ne souffre pas trop des conditions de pacage. La mise en repos a permis la réhabilitation de ces deux stations S1 et S2 en induisant une dynamique positive de la végétation ce qui a permis une bonne installation de l'*Atriplex canescens* et une meilleur remontée biologique de ces espèces clés (Acherkouk *et al.*, 2012).

Les touffes d'*Atriplex*, projetées dans le plan factoriel (F1xF2), se sont organisées en deux groupes distincts. Le 1<sup>er</sup> groupe est constitué par les 30 touffes (T61 à T90) de la station S3. Le 2<sup>nd</sup>

---

groupe réunit les 60 touffes (T1 à T60) des stations S1 et S2. La fragmentation des deux groupes par les axes factoriels exprime en partie la variabilité des mesures au sein de ces deux stations.

L'*Atriplex canescens* est bien venant dans les deux premières stations S1 et S2 clôturées, car la mise en repos a favorisé la restauration de l'écosystème ce qui a permis à l'*Atriplex canescens* de retrouver sa diversité originelle. Ces mises en repos sont un mode de pâturage en rotation ou pâturage contrôlé de courte durée (1-2 ans) qui permet, d'une part, aux espèces d'accomplir leur cycle végétatif pour reconstituer le stock semencier (Aidoud A et al., 2006) et, d'autre part, à la végétation de se régénérer (El Gharbaoui et al., 1996 ; Msika et al., 1997). Cependant dans la troisième station S3 non clôturée, on a une faible croissance de l'*Atriplex canescens* et une dégradation des parcours, sans doute grâce à l'absence de mise en repos, car dès l'ouverture des parcelles aux pâturages, on assiste très vite, à nouveau à une diminution de la biodiversité et de l'infiltration et en retour à l'état habituel des parcelles dégradées. Les effets conjugués de la pression anthropique croissante sur les ressources naturelles et les conditions climatiques sévères engendrent des dysfonctionnements de l'écosystème terrestre. Ces effets sont amplifiés par les modes et les systèmes inappropriés d'exploitation des ressources naturelles disponibles (Killian, 1953). En absence de mesures conservatoires appuyées par une politique pastorale, l'action anthropique reste le principal facteur de dégradation de cet écosystème devenant de plus en plus fragile (Cherifi et al., 2011).

Le pastoralisme, la vocation historique de la steppe, et la modernisation des moyens de déplacement et de défrichage ont provoqué au cours de ces quatre dernières décennies des changements particulièrement rapides et intenses du couvert végétal souvent favorisés par de longues périodes de sécheresse hydriques (De Planhol, 1979 ; Vignet-Zunz, 1979 ; Le Houérou, 1981 ; Khaldoun, 2000 ; Bourbouze, 2006).

La mise en repos expose l'alternative dans l'extension des cultures fourragères à base d'*Atriplex canescens* dans le développement et l'intensification de l'élevage, dans un contexte où l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) régresse dans son milieu naturel et tendent à disparaître. Ces cultures fourragères s'adaptent bien aux parcours dégradées et contribuent à leur réhabilitation, si la technique culturale est menée avec les précautions nécessaires pour éviter les effets négatifs. Par ailleurs, l'écosystème steppique algérien, actuellement fragile, a besoin d'être protégé car il présente de nombreux atouts en

rapport avec sa diversité biologique et son impact sur l'équilibre socio-économique du pays. Outre son importance économique directe, il contribue à l'économie nationale par sa capacité de protection de la biodiversité, des ressources en eau et des sols contre l'érosion et la désertification. Il joue, en outre, un rôle social en offrant des espaces récréatifs de plus en plus sollicités pour l'épanouissement de la société. D'où le grand intérêt des actions d'aménagement dont la mise en valeur par des programmes de reboisement et de mise en repos.

Les avantages de l'utilisation de l'*Atriplex*, demeure dans leur haut degré de tolérance à l'aridité climatique et à la salinité (Mulas et Mulas, 2004 ; Belkhodja et Bidai, 2004) ; en plus, la présence d'*Atriplex* permet de créer certainement un microclimat en réduisant la vitesse du vent. Ces conditions favorables permettent, dans les périmètres plantés en *Atriplex*, l'installation d'une végétation herbacée avec de meilleurs taux de recouvrement et de production en matière sèche (Henni et Mehdadi, 2012). L'*Atriplex* possède un système racinaire très développé fixant les couches supérieures du sol et peut être utilisé comme moyen de lutte contre la désertification, ces aptitudes font de ces plantes un matériel de choix pour l'enrichissement de la flore et la protection du sol dans les zones aride (Essafi et *al.*, 2007; Belkhodja et Bidai, 2004).

L'espèce *Atriplex canescens* semble être particulièrement intéressante pour la réhabilitation des parcours dégradés en raison de sa plus grande résistance au froid (Forti, 1986). Ses caractéristiques écologiques et physiologiques spécifiques lui permettent de se développer vigoureusement dans les parcours steppiques (Maalem, 2002 ; Henni et Mehdadi, 2012).

## VI.2. Variabilité pédologique

Le traitement des données pédologiques, par une analyse de la variance à deux facteurs, a permis de constater qu'il n'y a aucune interaction entre les échantillons de sol et les stations ( $F_{,obs} = 0.001 < F_{,th} = 3.22$  à  $\alpha = 5\%$ ). Les stations ne présentent pas de différences significatives ( $F_{,obs} = 0.001 < F_{,th} = 3.22$  à  $\alpha = 5\%$ ). Seuls les échantillons de sol sont différents ( $F_{,obs} = 4.36 > F_{,th} = 4.07$  à  $\alpha = 5\%$ ). L'*Atriplex canescens* n'a pas d'exigences particulières, elle prospère sur tous les sols, le plus souvent autour des chotts où il existe une forte tendance à la salinité (Froment D, 1972)

La représentation graphique, en fonction des paramètres physico-chimiques du sol, a mis en

évidence les relations possibles entre les trois stations étudiées. La station S1 se distingue des stations S2 et S3 par un faible taux de sables (13.78%) et des taux élevés d'argiles (15%), de limons (86.09%) et de matière organique (2.65%). Les stations S2 et S3 s'individualisent par des taux de limons compris entre 63.25 % et 71.51 %, un taux d'argiles de 9% à 10% et un taux de calcaire total de 36.67% à 37.33%. Selon Benabadji et Bouazza (2002) « les *Atriplex* colonisent les surfaces planes à texture limono-sableuse ».

La station S3 se particularise par un faible taux de matière organique de l'ordre de 1.22%, cela s'expliquerait par une faible couverture végétale. La surexploitation des ressources naturelles, génère souvent des problèmes de dégradation physique et de détérioration de la qualité chimique des ressources du sol ; De plus, le rétrécissement des aires de pâturage, la diminution du potentiel d'irrigation, accélèrent le processus de désertification (Benbrahim et *al.*, 2004).

Les paramètres pédologiques des parcours steppiques réhabilités permettent, dans certaines conditions, le bon développement de l'*Atriplex canescens*. Ainsi la plantation en bon état, de l'espèce étudiée, évolue sur un sol à un faible taux de sables et un taux élevé d'argiles. Cette même plantation présente des taux respectifs de matière organique, d'argiles et de limons élevés de l'ordre de 2.65%, 15% et 86.09%. Ces observations rejoignent celles de Pouget (1980), de Henni et Mehdadi (2012). La dégradation observée à la station non contrôlée, affecte ainsi la fertilité du sol et par conséquent les réserves en matières organiques et minérales déjà appauvries (Rahmoune et *al.*, 2004).

La présence d'*Atriplex* permet de créer certainement un microclimat en réduisant la vitesse du vent et en procurant de l'ombre permettant aux espèces herbacées qui l'accompagnent d'augmenter leur productivité. Ceci diminue l'évapotranspiration (Smail-Saadoun, 2005), conserve l'humidité (Aderghal, et *al.*, 2012), améliore la fertilité du sol et protège ce dernier contre l'érosion éolienne. L'*Atriplex* possède un système racinaire très développé fixant les couches supérieures du sol et peut être utilisée comme moyen de lutte contre la désertification, ces aptitudes font de ces plantes un matériel de choix pour l'enrichissement de la flore et la protection du sol dans les zones aride (Essafi et *al.*, 2007; Belkhodja et Bidai, 2004). Outre leur rôle de réserves fourragères, ces arbustes jouent un rôle dans la lutte contre l'érosion et la désertisation (Le Houérou, 2006).



*Conclusion*

## Conclusion générale

Au terme de cette étude, on peut constater l'impact de la mise en repos qui expose l'alternative dans l'extension des cultures fourragères à base d'*Atriplex canescens* dans le développement et l'intensification de l'élevage. Ces cultures fourragères s'adaptent bien aux parcours dégradés et contribue à leur réhabilitation, si la technique culturale est menée avec les précautions nécessaires pour éviter les effets négatifs.

La réhabilitation des parcours steppiques est encore possible par la plantation de l'*Atriplex canescens*. La rotation et le contrôle de l'accès lors de l'exploitation des parcours réhabilités constituent les principaux facteurs de réussite. Le développement vigoureux des touffes de l'*Atriplex canescens* est surtout observé dans les stations mises en repos pour une durée allant de 1 à 2 ans. L'espèce étudiée a amélioré d'une part les disponibilités fourragères des parcours en zones steppiques à faible pluviométrie et d'autre part les paramètres physico-chimiques du sol. Les plantations d'*Atriplex* ont permis entre autre de créer un microclimat aux espèces herbacées qui sont la source de la matière organique du sol et le fourrage nécessaire au cheptel.

Par ailleurs, l'écosystème steppique algérien, actuellement fragile, a besoin d'être protégée car il présente de nombreux atouts en rapport avec sa diversité biologique et son impact sur l'équilibre socio-économique du pays. Outre son importance économique directe, il contribue à l'économie nationale par sa capacité de protection de la biodiversité, des ressources en eau et des sols contre l'érosion et la désertification. Il joue, en outre, un rôle social en offrant des espaces récréatifs de plus en plus sollicités pour l'épanouissement de la société. D'où le grand intérêt des actions d'aménagement dont la mise en valeur par des programmes de reboisement et de mise en repos.

Enfin, il est important de signaler que la réhabilitation d'un écosystème nécessite le développement et le suivi spatiotemporel d'indicateurs physiques, biologiques et sociaux, en tenant compte des interactions entre les différentes composantes de l'écosystème (végétation, sol, eau, climat, population). Une telle évaluation semble être primordiale et doit précéder chaque plan d'aménagement pour éviter les échecs des plans nationaux de lutte contre l'érosion des sols et la désertification. Dans le cas de notre approche, L'*Atriplex canescens* parvient à se comporter favorablement dans un milieu qui ne lui est pas endémique. Cependant le choix de l'espèce la mieux adaptée à la culture est très important

et la décision doit tenir compte de nombreux facteurs tel que les conditions pluviométriques, le type de terrain et la disponibilité en eau d'irrigation. Il s'avère donc nécessaire, pour le succès des plans d'aménagement et de lutte contre la désertification, de développer une approche intégrée et participative de tous les acteurs concernés et d'essayer de répondre aux attentes des populations locales et de satisfaire leurs besoins prioritaires. D'où l'intérêt de concilier les besoins du développement et les impératifs de protection de l'environnement.

La réhabilitation des parcours steppiques est dans ses débuts. Il est ainsi nécessaire de multiplier les stations d'observation et les paramètres d'étude afin de préciser l'impact de ces plantations sur la régénération de ce qui reste du cortège floristique des zones pastorales dégradées. Les efforts doivent aussi se multiplier par l'utilisation d'autres espèces et techniques permettant la conservation de la biodiversité et l'amélioration de la productivité de ces parcours steppiques et donc leur exploitation durable.

# *Références bibliographiques*

## Références bibliographiques

1. **A.N.R.H., 2010** - Rapport d'inventaire des ressources hydrique de la wilaya de Saida.
2. **ABDESLAM A., 2012** - Apport de la télédétection dans le diagnostic phytoécologique des parcours steppiques : cas de la zone de Maâmora – Région de Saida. Mémoire magister, Université Djillali Liabes – Sidi Bel Abbés, 131 p.
3. **ACHERKOUK M., BOUAYAD A., EL KOUDRIM M., MAATOUGUI A et MAHYOU H., 2002** - Projet de Développement Rural Taourirt-Tafoughalt, étude phyto-écologique. Convention de recherche et développement (DPA et INRA d'Oujda)- étude de Base Marché N°54 sur 97-98.
4. **ADERGHAL M., CHAKER M et LAOUINA A., 2012** - Evaluation des projets de lutte contre la dégradation des terres : la commune des Sehoul (Maroc). *Sécheresse* 23 : 211-218.
5. **AFNOR., 1977** - Aliments des animaux. Dosage des cendres brutes. NF V18-101, 2 p.
6. **AFNOR., 1982** - Aliments des animaux. Détermination de la teneur en eau. NF V18-109, 5 p.
7. **AFNOR., 1987** - Qualité des sols. Méthodes d'analyses. Recueil des normes françaises Paris. 135p.
8. **AIDOUD A., 1989** - Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés des hautes-plaines algéro-oranaises (Algérie): fonctionnement, évaluation et évolution des ressources végétales. Doctorat ès sciences, Univ. Sc. et Tech. Houari Boumediene (USTHB), Alger.
9. **AIDOUD A., AIDOUD-LOUNIS F., 1991** - La végétation steppique des hautes plaines: Principaux indicateurs et facteurs de dégradation et désertification. *Tech et Sci* 5: 26-32.
10. **AIDOUD A., 1997** - Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. Recueil des Conférences. Lab. Ecol. Vég. Univ. Rennes 1. France. 50 p.
11. **AIDOUD A., LE FLOC'H E., LE HOUEROU HN., 2006** - Les steppes arides du nord de l'Afrique. *Sécheresse* 17: 19-30.
12. **ALCARAZ C., 1982** - La végétation de l'ouest algérien. Thèse Doc. Es Sc. Univ. Perpignan. 415p.
13. **ANONYME., 1980** - Les Atriplex en Tunisie et en Afrique du Nord FAO SF/Tun. Rapp.Tech.71 RT.140p.
14. **AOAC., 1990** - Official method of analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
15. **ASHRAF M., T MC NEILLY., 2004** - Salinity tolerance in Brassica oil seeds. *Reviews in Plant Science*. 2, 23,157,174.
16. **AUBERT G., 1978** - Méthodes d'analyses du sol. 2ème Edition. C.N.D.P. Marseille. 199p.

17. **B.N.E.D.E.R., 1992** - Etude de développement agricole dans la wilaya de Saïda, Aménagement des zones forestières et de montagne, Rapport principal, Tipaza, Algérie, t 1, P 101-226.
18. **B.N.E.D.E.R., 2008** – Etude du développement agricole dans la wilaya de Saida. Rapport final Et documents annexes. 297 pages.
19. **B.N.E.D.E.R., 2009** - Inventaire des terres et forêts de l'Algérie du Nord, Rapport final, BNEDER, Alger, 263 p.
20. **BAGNOULS F. ET GAUSSEN H., 1953** - Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist.Nat. Toulouse (88). Pp : 3-4 et 193-239.
21. **BATANOUNY KH., 1993** - Eco physiology of halophytes and their traditional use in the Arab World. Halophyte utilisation in Agriculture. Advanced course on Symposium proceedings 37-70 pp.
22. **BEDRANI S., 1999** - Situation de l'agriculture, de l'alimentation et de l'économie algérienne. CIHEAM. Paris.
23. **BELAID DJ., 1986** - Aspects de l'élevage ovin en Algérie. *Edition OPU*, 107p.
24. **BELGAT S., 2001** - Le littoral Algérien : Climatologie, géopédologie, syntaxonomie,
25. **BELKHODJA M. et BIDAI Y., 2004** - Réponse des graines d'*Atriplex halimus* L. à la salinité au stade de la germination. *Sécheresse* 15 : 331-335.
26. **BELKHODJA M. ET M.BENKABLIA., 2000** - Proline response of faba bean ( *Vicia faba* L.) under salt stress. *Egypt.J.of Agric.Res.*, 78,(1),p.185,195.
27. **BENABADJI N., 1999** - Physionomie, organisation et composition floristique des Atriplexaies au Sud de Tlemcen, Chott El Gharbi (Algérie). *Atriplex in vivo*. N° 8.
28. **BENABADJI N., BOUAZZA M, 2002** - Contribution à l'étude du cortège floristique de la steppe au Sud d'El Aricha (Oranie- Algérie). *Sci. Tech.* N° spécial D: 11-19.
29. **BENBRAHIM K.F., ISMAILI M., BENBRAHIM S.F ET TRIBAK A., 2004** - Problèmes de dégradation de l'environnement par la désertification et la déforestation : Impact du phénomène au Maroc. *Sécheresse*15: 307-320.
30. **BENCHÂABANE A., 1997** - Biotechnologie et sécurité alimentaire. Cas de l'*Atriplex halimus* dans la production de viande de camélins et caprins dans la vallée du drâa (Maroc). Dans : *Actualité Scientifique : Biotechnologies, Amélioration des Plantes et Sécurité Alimentaire*. Collection Universités Francophones. Ed. ESTEM, Paris, p. 169.

31. **BENCHAÂBANE A., 1998** - Les Atriplex de l'Afrique du Nord, systématique et utilisation. Les études de la diversité biologique de l'Atriplex halimus pour le repérage in vitro et in vivo d'individus résistants à des conditions extrêmes du milieu et constitution de clones. Rapport final 1994 – 1998. Projet STD.3. n° 53. CT 940264. Paris Sud.
32. **BOURBOUZE A., 2006** - Systèmes d'élevage et production animale dans les steppes du nord de l'Afrique : une relecture de la société pastorale du Maghreb. *Sécheresse* 17.
33. **C.A.R.I., 2003** - La désertification un tiers des terres de la planète menacé. Vol.1: 2-12.
34. **C.F.S., 2002** – Rapport sur la zone humide "Chott EL Chergui", pp.3-4.
35. **CASAGRANDE A., 1934** - Die oraemeter methodzûr bestimmung der koruverbeilung vonboden. Berlin. 66p.
36. **CHAABANE A., 1993** - Etude de la végétation du littoral septentrional de la Tunisie : Conférences. Lab. Ecol. Vég. Univ. Rennes 1. France. 50p.
37. **CHERIFI K., MEHDADI Z., LATRECHE A. et BOUIADJARA SEB., 2011** - Impact de l'action anthropozoogène sur l'écosystème forestier du mont de Tessala (Algérie occidentale). *Sécheresse* 22 : 197-206.
38. **CORRE J J., 1961** - Une zone de terrains salés en bordure de l'étang de Mauguio : Etude du milieu et de la végétation. Bull. Serv. Carte phytogéog. Montpellier. 1961. Série B, 6,2 : pp 105-151.
39. **D.P.A.T., 2008** - Plan d'Aménagement du Territoire de la Wilaya de Saïda. Evaluation Territoriale. Phase 1, Saïda, 150 p.
40. **D.P.A.T., 2012** - Monographie de la wilaya de Saïda, (Année : 2007), Saïda, 190 p.
41. **D.S.A., 1985** - Projet d'amélioration pastorale.18-25pp.
42. **DE PLANHOL X., 1979** - Saturation et sécurité : sur l'organisation des sociétés de pasteurs nomades. In : Équipe « Écologie et anthropologie des sociétés pastorales », ed. Production pastorale et société. Cambridge : Cambridge University Press.
43. **DEGOIS E., 1963** - Le bon moutonnier. 7<sup>ème</sup> édition, *la maison rustique, Paris*. 335 p.
44. **DEHAYE., 1980** - In D.S.A., 1985. Projet d'amélioration pastorale 18-25pp.
45. **DELPECH R., 2006** - Méthodes pratiques de la phytosociologie, Masson, Paris, 320p.
46. **DJEBAILI Y., 2004** - Inventaire des potentialités hydriques de la wilaya, Rapport phytoécologique et pastoral (wilaya de Djelfa), U.R.B.T, 159.
47. **DJELLOULI Y. ET DAGET PH., 1988** - Climat et flore dans les steppes du Sud Ouest Oranais. Biocénoses. Bull. Ecologie terrestre. Tome 3. n°12. pp : 94-107.

- 48. DUTUIT P., 1997** - le polymorphisme chez l'*Atriplex halimus* in étude de la diversité biologique de l'*Atriplex halimus* pour le repérage in vitro et in vivo d'individus résistant à des conditions extrême du milieu et constitution de clones rapport final (1994-1997) projet STD8 3N°53, CT940264. Univ de paris Sud XI. Édaphologie et relation sol –végétation. Thèse. Doct. Sci. Agr. I.N.A. El Harrach. 261p.
- 49. DUTUIT P., 1999** - Étude de la diversité biologique de l'*Atriplex halimus* pour le repérage in vitro et in vivo d'individus résistants à des conditions extrêmes du milieu et constitution de clones Summary reports of European Commission supported STD-3 projects (1992-1995), published by cta tropical and subtropical agriculture, third std programme : 138-141.
- 50. EL FIKIKI A R., IBN NURI F A., IBN JASSIM A M., 2000** - Agro-pastoral community experiences with fodder shrubs in Syria. In: Gintzburger G., M. Bounejmate and A. Nefzaoui (eds.). Fodder Shrub Development in Arid and Semi-arid Zones. Proceedings of the Workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi-arid Zones, 27 October-2 November 1996, Hammamet, Tunisia. ICARDA, Aleppo (Syria). Vol. I : 239-243.
- 51. El Gharbaoui A, El Yamani A, El Maghraoui A, Boutouba R, Alaoui M, Kabak A, 1996** - Projet de développement des parcours et de l'élevage dans l'Oriental : Stratégie de développement des terrains de parcours. Terre et Vie 24.
- 52. EMBERGER L., 1930** - La végétation de la région de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. Rev. Gen. Bot, 42. pp : 641-662 et 705-721.
- 53. EMBERGER L., 1955** - Une classification biogéographique des climats. Recueil. Trav.Lab. Géol. Zool. Fac. Sci. Montpellier. pp : 3-43
- 54. EMBERGER L., 1971-** Travaux de botanique et d'écologie. Ed. Masson. Paris. 520p.
- 55. ESSAFI NE., MOUNSIF M., ABOUSALIM A., BENDAOU M. et BRHADDA N., 2007** - Effets du stress hydrique sur la valeur nutritive d'*Atriplex halimus* L. *Sécheresse* 18: 123-128.
- 56. F.A.O., 1992** - Le rôle de la foresterie dans la lutte contre la désertification. Consultation d'experts. Saltillo, Mexique: 124-126.
- 57. FORTI M., 1986** - Salt-tolerant and halophytic plants in Israel. Reclamation and Revegetation Research, 5(1-3): 38-96.
- 58. FRANCLET et LE HOUEROU H N., 1971** - Les *Atriplex* en Tunisie et en Afrique du Nord. F.O: SF/Tun. 11 Rapport technique N°7. PNUD - FAO, Rome, Italie.
- 59. FROMENT D., 1972** - Établissement des cultures fourragères d'*Atriplex* en Tunisie centrale in Sém. Et. Prob. Méd.: 12-19.



- 60. GHEZLAOUI B E., 2001** - Contribution à l'étude phytoécologique des peuplements halophytes dans le Nord de l'Oranie (Algérie occidentale). Mém. Mag. Ecol. Vég. Univ. Tlemcen. 85p
- 61. GIGER S., THIVEND P., SAUVANT D., DORLEANS M. ET JOURNAIX P., 1987** - Etude de l'influence préalable de différentes enzymes amylolytiques sur la teneur en résidu NDF d'aliments du bétail. *Ann. Zootech.*, **36**: 39-48.
- 62. GOLDHIRS AG., HANKAMER B. ET LIRS SH., 1990** - Hydroxy-proline and proline content and cell wall.
- 63. GOODIN J.R., 1979** - Atriplex as forage crop for arid lands .New agricultural crops. Ed .G.A .Ritchie .pp: 132-147.
- 64. GUIGNARD JL. et DUPONT F., 2004** – Botanique : systématiques moléculaire, 13ème édition. Masson Editeur. 284 p.
- 65. HALITIM A., 1988** - Sols des régions arides d'Algérie. O.P.U, Alger, 75 p.
- 66. HAMDY A., LIETH H., TODOROV I. et MASCHENKO M., 1999** – Halophyte uses in different climates 2. Halophyte crops development : Pilot studies. Progress in Biometeorology. Leiden Backhuys Publishers Vol. 14, 144 p.
- 67. HARE P D. et CRESS W A., 1997** - Metabolic implications of stress induced proline accumulation in plants. *Plant Growth Regulation*, 21, 79,102.
- 68. HELLAL B., AYAD N., MAATOUG M. ET BOULARAS M., 2007** - Influence du « fatras » sur la biomasse foliaire de l'alfa (*Stipa tenacissima L.*) de la steppe du Sud oranais (Algérie occidentale).*Sécheresse* 18: 65-71. Doi : 10.1684/sec.2007.0066.
- 69. HENNI M. et MEHDADI Z., 2012** - Évaluation préliminaire des caractéristiques édaphiques et floristiques des steppes à armoise blanche dégradées réhabilitées par la plantation d'Atriplex dans la région de Saïda (Algérie occidentale), *Acta Botanica Gallica*. Vol.159 : 43-52.
- 70. HEYSER J.W., DEBRUIN D., KINCAID M., JOHNSON R.Y., RODRIGUEZ M.M. et**
- 71. ROBINSON N.J., 1989** - Inhibition of NaCl - induced proline biosynthesis by exogenous proline halophytic *Distichlis spicata* suspension cultures. *J.Ep.Bot.*,40:225-232.
- 72. HARCHE M., TOLLIER MT., MONTIES B. et CATESSON AM., 1991** - Caractérisation comparée des constituants (polyosides, lignines et acides phénoliques) des parois cellulaires de trois Graminées subdésertiques pérennes : *Stipa tenacissima L.*, *Lygeum spartum L.* et *Aristida pungens L.*, *Cellulose. Chem. Technol.*, 25, 11-17 pp.
- 73. HIGAZY MA., SHEHATA MM. et AL. ALLAM., 1995** - Free proline relation to salinity tolerance of three sugar beet varieties. *Egypt.J.Agric.R.*,73,(1),p.175-189.

- 74. HUMBOLDT A., 1807** - Essai sur la géographie des plantes accompagnées d'un tableau physique des régions équinoxiales. Ed. Schoell. Paris. 155p.
- 75. JOHNSON J.W., BOX J.E., BANSEUR E.L et CUNFERB M., 1991** - Breeding for improved rooting potential under stress condition I.N: physiological environment Montpellier, France 6 Jul 1989, Colloques INRA n° 55,307-317p.
- 76. JUDD W. S., CAMPBELL C. S., KELLOGG. E A. et STEVENS P., 2002** - Botanique Systématique : une perspective phylogénétique. De Boeck Université s.a, 1ère édition, Paris, 401p.
- 77. KACIMI B., 1996** - La problématique du développement des zones steppiques. Approche et perspectives. Doc. HCDS, Ministère de l'agriculture, 27 p.
- 78. KASBADJI N., 1999** - valorisation de carte des vents de l'Algérie Rev. Energie. Renouvelable
- 79. KHALDI A., 2005** - Impact de la sécheresse sur le régime des écoulements souterrains dans les massifs calcaire de l'Ouest algérien (Monts de Tlemcen - Saida), thèse de doctorat d'état, Université d'Oran.
- 80. KHALDOUN A., 2000** - Évolution technologique et pastoralisme dans la steppe algérienne : le cas du camion Gak en Hautes-Plaines occidentales. *Options Méditerranéennes Série A Séminaires Méditerranéens* 39 : 121-7.
- 81. KILLIAN CH., 1953** - La végétation autour du Chott indicatrice des possibilités culturales et son milieu édaphique. I.N.S. Agr. Tome II, 180 p.
- 82. KINET J M., BENREBIHA F., BOUZID S., LAIHACAR S., DUTUIT P., 1998** - Le réseau Atriplex : Allier biotechnologies et écologie pour une sécurité alimentaire accrue en régions arides et semi-arides. Cah. Agr. Vol 7. N° 6 pp. : 505-509.
- 83. KORSO D., 1999** - Contribution à une étude écophysologique d'Atriplex halimus dans le Nord-Ouest Algérien. Mém. D.E.S. Univ. Tlemcen. 102p.
- 84. LABANI A., 2005** - Cartographie écologique et évaluation permanente des ressources naturelles et des espaces productifs dans la wilaya de SAIDA. Thèse doctorat, Université Djillali Liabes, Sidi Bel Abbés. 226 p.
- 85. LARAF A M., 2004** - Dynamique de la végétation halophile en milieu aride et semi-aride au niveau des chotts (Melghir, Merouane et Bendjelloul) et Oued Djeddi en fonction des conditions du milieu. Thèse. Doct. Sci. Nat. Opt. Biol. Vég. Univ. Annaba : 149p + annexes.
- 86. LAUHLI L. et EPSTEIN E., 1990** - Plant response to saline conditions. In Tanji KK (ed), Agricultural Salinity Assessment and Management, pp: 113-137.
- 87. LE HOUEROU H N., 1992** - Relation entre la variabilité des précipitations et celle des

productions primaires et secondaires en zone arides. In : l'aridité, une contrainte au développement, Ed ORSTOM, Coll. Didactiques : 197-220.

**88. LE HOUÉROU H.N et PONTANIER., 1988** - Les plantations sylvopastorales dans la zones aride de Tunisie. Rev : Pastoralisme et développement, Montpellier.pp :16-23.

**89. LE HOUÉROU H.N., 1981** - Impact of man and his animals on mediterranean vegetation. In DiCastari F, Goodal D W et Spetch R L. *Ed Mediterranean-type shublands. Elsevier, Amsterdam, 479-521.*

**90. LE HOUÉROU H.N., 1985** - La régénération des steppes algériennes. Rapport de mission de consultation et d'évaluation. Ministère de l'agriculture, Alger.

**91. LE HOUÉROU H.N., 1993** - Salt tolerant plants for the arid regions of the Mediterranéen isoclimatic zone. In : H. Lieth and A. El Masoom (eds), Towards the rational use of high salinity-tolerant plants. Vol 1 . Kluwer. Acad. Publ, Dordrecht, The Netherlands. pp:403- 422.

**92. LE HOUÉROU HN., 2006** - Agroforestry and sylvopastoralism: The role of trees and shrubs (Trubs) in range rehabilitation and development. *Sécheresse* 17 : 343-348.

**93. LUCAS G., 1952** - Bordure nord des Hautes Plaines dans l'Algérie occidentale. Primaire. **87.**Jurassique. Analyse structurale. Monogr. Région XIXème. Congr. géol.inter. Alger, sér.1, n°21, 139 p., 59 fig.

**94. M.A.D.R., 2007** – Le plan national de développement agricole et rural et la lutte contre la désertification. Comm. Atelier International du Parlement Panafricain sur La Lutte Contre la Désertification, Alger du 02 au 04 Avril 2007.

**95. MAALEM S., 2002** - Etude écophysiological de trois espèces halophytes du genre *Atriplex* (*A. canescens*, *A. halimus* et *A. nummularia*) soumises à l'enrichissement phosphaté. Thèse de magistère en physiologie végétale et applications biotechnologiques. Université Baji Mokhtar, Annaba, Algérie, 76p.

**96. MAIRE R., 1962** - Flore de l'Afrique du Nord. Volume VII. Ed Paul Le Chevalier. Paris. 81p.  
Malcom C.V. & Pol J.E., 1986-Grazing management of saltland shrubs. Journal Agric. W. Australia. pp.59-63.

**97. MALET PH., 1969** - Premiers résultats d'un essai d'*Atriplex nummularia* sur sol argileux non salé et sous pluviosité naturelle à Hendi Zitoun dans la plaine de Kairouan. Centre de recherche. Génie rural. Tunis, doc. Tech. 133. 10p.

**98. MSIKA B., EL HARIZI K., BOURBOUZE A., LAZAREV G., 1997** - Projet de développement de l'élevage et des parcours de l'Oriental. Rome ; Montpellier : FIDA, *Ciheam-IAMM*, Réseau Parcours.

- 99. MULAS M. et MULAS G., 2004** - Potentialité d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la desertification. Short and Medium, Term Priority Environmental Action Programme (SMAP) Février 2004. 112p.
- 100.MURAD N., 2000** - A study on the Syrian steppe and forage shrubs. In: Gintzburger G., M. Bounejmate and A. Nefzaoui (eds.). Fodder Shrub Development in Arid and Semi-arid Zones. Proceedings of the Workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi-arid Zones, 27 October-2 November 1996, Hammamet, Tunisia. ICARDA, Aleppo (Syria). Vol. I: 109-121.
- 101.NEDJIMI., 2012** - "Seasonal Variation in Productivity, Water Relations and Ion Contents of *Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* Grown in Chott Zehrez Wetland, Algeria," Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, Vol. 11, 2012, pp. 43-49. doi:10.1016/j.jssas.2011.08.002.
- 102.NÉGRE R., 1961** - Petite flore des régions arides du Maroc occidentale. Tome I. C.N.R.S. Paris.VII. 257p.
- 103.O.N.M., 2010** - Rapport des données annuelles de l'office national de météorologie, station de Saida.
- 104.O.N.M., 2008** - Recueil des données climatiques de la wilaya de Saida. Feuilles de relèves quotidiennes de la période 1979 – 1998. Alger.
- 105.Ouadah Y., 1982** – Contribution à l'étude des principales essences d'intérêt fourrager des régions arides et semi-arides d'Algérie : Application à quelques espèces. Mém. Ing I.N.A. 108p.
- 106.OZENDA P., 1964** - Biogéographie végétale .Ed. Doin, Paris : 374p.
- 107.OZENDA P., 1982** - Les végétaux dans la biosphère. Ed. Doin, Paris:432p.
- 108.PHILLIPPEAU G., 1986** - Comment interpréter les résultats d'analyse en ACP ? Institut technique des céréales et fourrages, Paris, 63 p.
- 109.POUGET, M. 1980** - Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. ORSTOM, Paris, 555 p.
- 110.QUEZEL P et SANTA S., 1962** - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions méridionales C.N.R.S.Paris. Tome II, 1170 p.
- 111.QUEZEL P. et SANTA S., 1983** – Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I et Tome II. Edition CNRS. Paris. 1063 p.

- 112. RAE J., ARAB G., JANI K., MURAD N., NGAIDO T., GINTZBURGER G et NORDBLOM T.L., 2000** - Socioeconomics of shrub plantations in Syria. In: Gintzburger G., M. Bounejmate and A. Nefzaoui (eds.). Fodder Shrub Development in Arid and Semi-arid Zones. Proceedings of the Workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi-arid Zones, 27 October-2 November 1996, Hammamet, Tunisia. ICARDA, Aleppo (Syria). Vol. II: 627-647.
- 113. RAHMOUNE C., MAÂLEM S. ET BEN NACEUR M., 2004** - Effets comparés de la fertilisation phosphatée sur l'*Atriplex* cultivé en zone semi-aride du Nord-Est algérien. *Plant Physiology*. Vol. 3, n°4, pp. 213-217.
- 114. REGAUDI R. ET REVELEAU L., 1976** - Le mouton Collection d'enseignement agricole Editions.
- 115. RISS F., 1969** - L'alimentation du bétail, 374.
- 116. RODIER J., 1978** - L'analyse de l'eau. *Bordas*, Paris.
- 117. S.A.T.E.C., 1976** - Etude développement intégré de la daïra de Saida. Rapport technique, 93p.
- 118. SAHLI Z., 1997** - Risques et enjeux dans les agricultures familiales cas des zones montagneuses, arides et semi-arides, Option Méditerranéennes, Serie.B n° 12, 1997.
- 119. SMAIL-SAADOUN N., 2005** - Réponse adaptative de l'anatomie des Chénopodiacées du Sahara algérien à des conditions de vie d'aridité extrême. *Sécheresse* 16 : 121-124.
- 120. SPRINGFIELD., 1964** - Projet d'amélioration pastorale in D.S.A., 1985. Direction des Service Agricole .18-25pp.
- 121. TERRAS M., 2003** - Proposition d'un plan d'aménagement rural pour un développement intègre et soutenu dans la daïra d'Ouled Brahim wilaya de Saida, Algérie. Thèse master of science IAMZ (Saragosse-Espagne), 298 p.
- 122. TERRAS M., 2011** – Typologie, cartographie des stations forestières et modélisation des peuplements forestiers. Cas des massifs forestiers de la wilaya de Saida (Algérie). Thèse doctorat, Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen, 386 p.
- 123. VAN SOEST P.J. et WINE R.H., 1967** - Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **50**, 50-55.
- 124. VIGNET-ZUNZ J., 1979** - A propos des Bédouins : une réévaluation des rapports « nomades sédentaires ». In : Équipe «Écologie et anthropologie des sociétés pastorales». Production pastorale et société. Cambridge : Cambridge University Press.

- 125. WAEL E., BACHIR BOUIADJRA S.E., BENSLIMANE M., et MEDERBAL K., 2009** - L'écosystème steppique face à la désertification : cas de la région d'El Bayadh, Algérie. *Vertigo*. La revue électronique en sciences de l'environnement, vol. 9: 1-4. Doi : 10.4000/vertigo.8821.
- 126. WORLD BANK., 2002** - *Sustainable development in a dynamic world: transforming institutions, growth, and quality of life*. World development report. Oxford University Press, 272p.

**Biblio-net**

1. <http://www.briargate.org/herbs/info/viewHerb.cfm?herbID=1106> page consulte 28 Mars 2014 (BRITTON ET BROWN., 1913. An Illustrated Flora of the Northern United States and Canada)

ISSN: 1857 - 7431 (Online)  
ISSN: 1857 - 7881 (Print)

# *European Scientific Journal*

*November, 2014*  
*Vol.10, No.32*

**European Scientific Institute**



# RÉHABILITATION PAR L'ATRIPLEX DES PARCOURS STEPPIQUES DU SUD DE LA PREFECTURE DE SAÏDA (ALGERIE OCCIDENTALE)

*Bessaih Abderrahmane*

*Hellal Benchaben*

*Ayad Nadira*

Laboratoire de biodiversité végétale : conservation & valorisation  
Faculté des sciences de la nature et de vie  
Université Djillali Liabes Sidi Bel Abbes/Algérie

---

## Abstract

Algerian steppe area subject to desertification is crowded with sheep population. Overgrazing is one of the causes of desertification of steppe rangelands. It is one of the phenomena preventing the reconstitution of steppe rangelands. Long periods of drought and sedentary herds have weakened the regeneration of steppe rangelands. A new approach is proposed for the rehabilitation of degraded grassland ranges with *Atriplex canescens*. This is a promising approach for rangeland rehabilitation suffering from overuse. *Atriplex canescens*, famous for its high forage value, is highly valued by sheep. The use of rehabilitated, with a mode of rotational grazing or controlled grazing (set off) pathways is a form of struggle against the exploitation and thus desertification. This study reveals the successful rehabilitation of degraded grassland ranges.

---

**Keywords:** *Atriplex canescens*, desertification, drought, overgrazing, steppe rangelands

---

## Résumé

La steppe algérienne, espace soumis à la désertification, est surpeuplée par le cheptel ovin. Le surpâturage est l'un des causes de la désertification des parcours steppiques. Il est l'un des phénomènes empêchant la reconstitution des parcours steppiques. Les longues périodes de sécheresse et la sédentarisation des troupeaux ont fragilisé la régénération des parcours steppiques. Une nouvelle approche est envisagée pour la réhabilitation des parcours steppiques dégradés avec l'espèce *Atriplex*



*canescens*. C'est une approche prometteuse pour la réhabilitation des parcours souffrant de la surexploitation. L'*Atriplex canescens*, réputée par sa forte valeur fourragère, est très apprécié par les ovins. L'utilisation des parcours réhabilités, avec un mode de pâturage en rotation ou pâturage contrôlé (mises en repos), constitue une forme de lutte contre la surexploitation et par conséquent la désertification. Cette étude révèle la réussite de la réhabilitation des parcours steppiques dégradés.

---

**Mots-clés :** *Atriplex canescens*, désertification, parcours steppique, sécheresse, surpâturage

### **Introduction**

En Algérie, la désertification concerne essentiellement les steppes des régions arides et semi-arides qui ont toujours été l'espace privilégié de l'élevage ovin extensif (Le Houérou, 1992). Ces parcours naturels qui jouent un rôle fondamental dans l'économie agricole du pays sont soumis à des périodes de sécheresse récurrente et à une pression anthropozoogène croissante. Ils ne cessent de subir des dégradations de plus en plus accentuées de toutes les composantes de l'écosystème (flore, couvert végétal, sol et ses éléments, faune et son habitat). Ces dégradations se traduisent par la réduction du potentiel biologique et par la rupture des équilibres écologiques et socio-économiques (Le Houérou, 1985 ; Bedrani, 1999).

La dégradation débute par une altération de la végétation et une modification de la composition floristique, les espèces les plus appréciées se raréfient et disparaissent du milieu steppique. Ainsi, le couvert végétal s'éclaircit et par conséquent, la production des parcours s'amenuise pour ne plus offrir les quantités suffisantes en fourrage pour le cheptel. Le sol, de moins en moins protégé par la couverture végétale, est soumis à l'action mécanique des précipitations provoquant ainsi une modification des états de surface. La matière organique, un des éléments déterminants des propriétés des sols, diminue considérablement et où la faiblesse de la stabilité structurale et la réduction de la porosité accroissent la destruction progressive du sol. Une spirale de dégradation, ainsi constituée sans intervention, conduira à une désertification irréversible (Cari, 2003).

La politique de lutte contre la désertification, depuis l'indépendance en 1962, s'est confrontée aux formes de participation des pasteurs et des agro-pasteurs à la gestion des parcours steppiques. La création du Haut Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS), en décembre 1981, a redynamisé la relation « administration & éleveurs » (Kacimi, 1996 ; MADR, 2007). Les bénéficiaires participaient aux projets de réhabilitation des zones steppiques dégradées.

L'utilisation des plantations pastorales à *Atriplex canescens*, par le Haut Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS), constitue une approche prometteuse dans la lutte contre la désertification. Outre sa qualité fourragère, l'*Atriplex* possède un système racinaire très développé fixant les couches supérieures du sol et peut être utilisé comme moyen de lutte contre la désertification. Il constitue un matériel biologique de choix pour l'enrichissement de la flore et la protection du sol dans les zones arides (Belkhodja et Bidai, 2004 ; Essafi *et al.*, 2007 ; Le Houérou, 2006).

Cette étude permet d'évaluer par des mesures morpho-métriques l'impact de l'utilisation des plantations pastorales à *Atriplex canescens* avec un mode de pâturage en rotation ou pâturage contrôlé (mises en repos). Les résultats préliminaires escomptés à travers cette étude mettent l'accent sur le rôle primordial d'utilisation des plantations pastorales à base de l'espèce étudiée.

## Methodologie

### Description de la zone d'étude

La zone d'étude est localisée dans les hautes plaines steppiques de l'Algérie occidentale à 22 Km du chef-lieu de la commune d'Ain Skhouna (préfecture de Saida), aux environs de l'intersection du parallèle 34° 37' de latitude Nord et 0° 55' de longitude Est (figure 1). L'altitude moyenne et la pente sont respectivement de l'ordre de 1026 m et 1% de dénivellation.

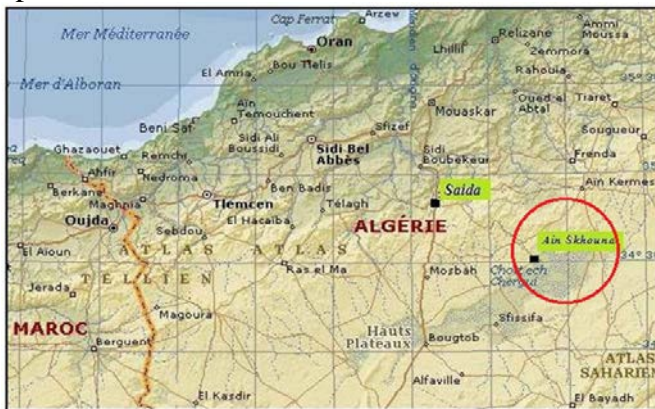


Figure 1 : Localisation de la commune d'Ain Skhouna (Algérie occidentale)

Les données climatiques révèlent que cette zone évolue sous un climat Semi-aride à hiver frais, avec une pluviométrie moyenne annuelle de 332 mm et une période sèche de six mois (ONM, 2006). Elle regroupe un ensemble de parcours steppiques dégradés. Ils ont été repeuplés en *Atriplex canescens* durant l'année 2003 par le Haut Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS, 2005).

## Protocole expérimental

L'étude morpho-métrique, menée sur l'*Atriplex canescens*, est effectuée dans trois stations (S1, S2, S3). Les stations sont positionnées sur le terrain comme indiqué dans la figure 2. Les stations S1 et S2 sont clôturées et mises au repos, tandis que la station S3 est soumise au pacage. Elle est prise en compte comme témoin. La mise au repos des deux stations S1 et S2 obéit au mode de pâturage en rotation contrôlé de courte durée (1 à 2 ans) permettant à l'espèce étudiée d'accomplir son cycle végétatif afin de reconstituer le stock semencier et de favoriser la régénération de la végétation du parcours steppique (Aïdoud et al., 2006)

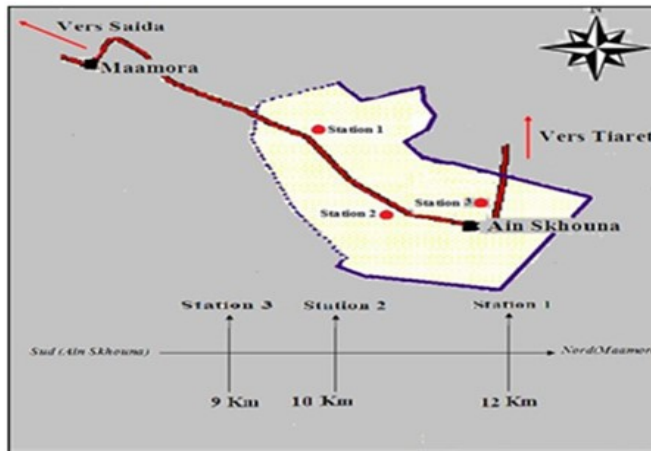


Figure 2 : Localisation des stations échantillonnées (S1, S2, S3) dans la steppe de la commune d'Ain Skhouna (Préfecture de Saïda, Algérie occidentale)

Les plants d'*Atriplex canescens*, ayant servi au repeuplement des parcours steppiques dégradés, ont été préalablement cultivés en pépinière durant trois mois avant d'être transplantés. Après plantation, trois arrosages ont été effectués à raison de 20 litres / plant sur une période de deux mois (Henni et Mehdadi, 2012). Ces plants ont été établis le long des sillons espacés de 5 m les uns des autres. L'écartement entre deux plants est de 2,5 m. La densité moyenne des plantations est estimée à 800 plants / ha.

L'analyse de l'état du développement de l'*Atriplex canescens*, assimilé à une touffe (figure 3), dans les trois stations (S1, S2, S3), est basée sur les paramètres suivants :

- Hauteur moyenne des touffes (**H**),
- Diamètre moyen des touffes (**DT**),
- Nombre moyen de rameaux (**NR**),
- Diamètre moyen du rameau principal à la base (**DB**),
- Diamètre moyen du rameau principal à la première ramification (**DR**),
- Longueur entre la base et la première ramification (**DD**).

L'étude morpho-métrique des plantations d'*Atriplex canescens* s'appuie sur la technique de l'échantillonnage systématique. Elle est basée sur trois transects de placettes, d'orientation Sud-Nord, chacun séparé de 300 m de son voisin. Sur chaque transect, 30 placettes de 2m<sup>2</sup> espacées également de 5 m les unes des autres, ont été matérialisées pour effectuer les mesures morpho-métriques sur les touffes d'*Atriplex canescens*. La surface échantillonnée est de 180 m<sup>2</sup> (=30×3×2) et la surface totale prospectée de 270 000 m<sup>2</sup> (=180×5×300), soit 27 hectares.

Les mesures morpho-métriques ont été réalisées du mois de mars au mois de juillet 2012. Elles ont été effectuées à l'aide d'un ruban mètre et d'un pied à coulisse avec des précisions respectives, de 1 cm et 1 mm.



Figure 3 : Touffe d'*Atriplex canescens* du parcours steppique d'Ain Skhouna (Préfecture de Saïda, Algérie occidentale)

L'étude du sol est basée sur des échantillons prélevés sur une profondeur de 30 cm. Les paramètres pédologiques pris en compte sont l'épaisseur du sol, la texture, l'argile, le limon, le sable, l'humidité, le pH, la conductivité électrique, le taux de la matière organique et le taux du calcaire total. Les méthodes d'analyses utilisées sont celles exposées, par Aubert (1978), dans son manuel d'analyse des sols.

Le traitement des données recueillies est effectué par une analyse de la variance et une analyse en composantes principales (ACP). Les matrices des données morpho-métriques et édaphiques, correspondant aux trois stations, sont transformées en représentation graphique dans un cercle de corrélation et un repère orthonormé. Les deux premiers axes (ou composantes principales) permettent d'expliquer, à un pourcentage donné, l'information globale contenue dans les matrices des données. L'interprétation des nuages de points des stations et des individus s'est appuyée sur les coordonnées et les contributions (Phillippeau, 1986). La détermination du coefficient de variation permet de se renseigner sur l'état de dispersion dans les trois stations échantillonnées.

## Resultats

### Données morpho-métriques

L'étude morpho-métrique a révélé une différence de développement de l'espèce étudiée (figure 4). Le bon développement de l'*Atriplex canescens* est observé dans les stations S1 et S2 mises en repos. La station S3, ouverte au pacage, accuse par contre un retard de croissance. L'arbuste assimilé à une touffe, a atteint en moyenne une hauteur de 130.1 cm à la station S1 et 96.8 cm à la station S2. La station S3 a enregistré une hauteur moyenne de 54.4 cm et un très faible taux de recouvrement. La différence est exprimée par la variable « F » de fisher-snédecor ( $F_{obs} = 241.29 > F_{th} = 3.10$  à  $\alpha = 5\%$ ). Le coefficient de variation varie de 07% à 16%. Le diamètre des touffes présente une différence hautement significative entre les stations ( $F_{obs} = 119.28 > F_{th} = 3.10$  à  $\alpha = 5\%$ ). Les valeurs moyennes, enregistrées dans les trois stations, sont respectivement de l'ordre de 142.80 cm, 120.50 cm et 47.97 cm. La variation des valeurs enregistrées dans les trois stations est exprimée par un coefficient de variation allant de 19% à 41%. Le nombre de rameaux, par touffe, est variable d'une station à une autre. Il est de 50 à la station S1, 21 à la station S2 et 10 à la station S3. La variation intra station est située entre 16% et 35%. La différence entre les stations est hautement significative ( $F_{obs} = 411.92 > F_{th} = 3.10$  à  $\alpha = 5\%$ ). Le diamètre à la base du rameau principal, mesuré sur les touffes d'*Atriplex canescens*, est variable d'une station à une autre ( $F_{obs} = 53.56 > F_{th} = 3.10$  à  $\alpha = 5\%$ ). Les valeurs moyennes sont de l'ordre de 2.76 cm à la station S1, 2.15 cm à la station S2 et 1.13 cm à la station S3. La variation des mesures à l'intérieur des stations échantillonnées est passée de 22% à 29%. Le paramètre « longueur entre la base et la 1<sup>ère</sup> ramification » est aussi variable d'une station à une autre. La différence des moyennes enregistrées est hautement significative entre les stations ( $F_{obs} = 71.51 > F_{th} = 3.10$  à  $\alpha = 5\%$ ). Elles sont de l'ordre de 28.30 cm à la station S1, 20.70 cm à la station S2 et 5.62 cm à la station S3. Les écarts entre les différentes valeurs à l'intérieur des stations sont exprimés par des coefficients de variation allant de 24% à 42%.

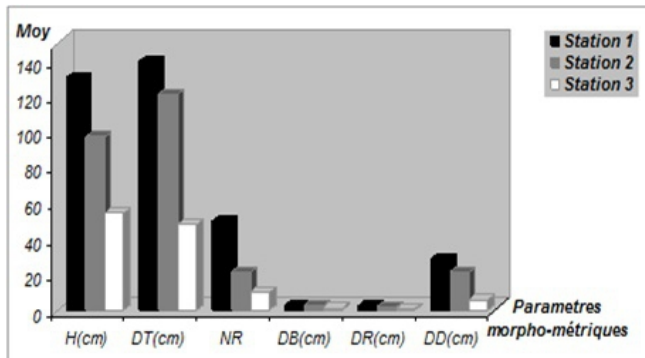


Figure 4 : Moyennes morpho-métriques d'*Atriplex canescens* dans les trois stations

Légende :

**H** : hauteur ; **DT** : diamètre de la touffe ; **NR** : nombre de rameaux ; **DB** : diamètre à la base du rameau principal ; **DR** : diamètre du rameau principal à la 1<sup>ère</sup> ramification ; **DD** : longueur entre la base du rameau et la 1<sup>ère</sup> ramification.

Le traitement des données morpho-métriques, par une analyse en composantes principales, situe les stations échantillonnées dans trois quadrants du plan factoriels F1x F2 (figure 5).

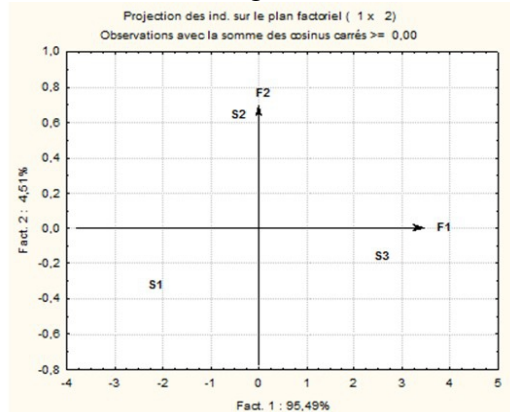


Figure 5 : Projection des trois stations échantillonnées sur le plan factoriel (F1x F2)

Les stations se différencient par l'ordre de grandeur des paramètres morpho-métriques mesurés sur les touffes d'Atriplex. La station S1, comparée aux stations S2 et S3, se trouve dans un très bon état. A l'opposé, la station S3 est en état de dégradation. La station S2 est moyennement bien venante où la croissance ne souffre pas trop des conditions de pacage. Les touffes d'Atriplex, projetées dans le plan factoriel (F1x F2), se sont organisées en deux groupes distincts (figure 6).

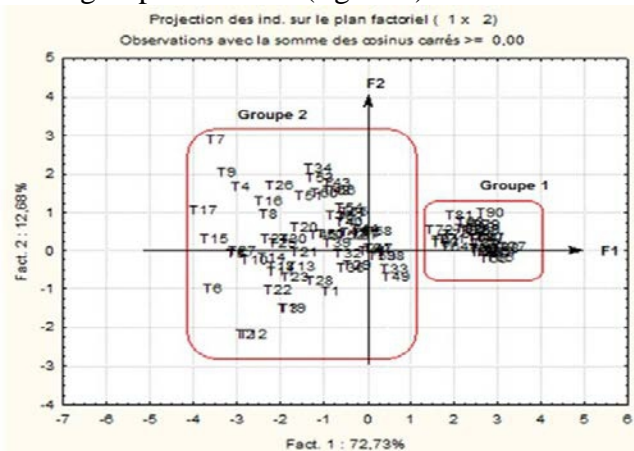


Figure 6 : Projection des 90 touffes d'Atriplex dans le plan factoriel (F1x F2).

Le 1<sup>er</sup> groupe est constitué par les 30 touffes (T61 à T90) de la station S3. Le 2<sup>nd</sup> groupe réunit les 60 touffes (T1 à T60) des stations S1 et S2. La fragmentation des deux groupes par les axes factoriels exprime en partie la variabilité des mesures au sein de ces deux stations.

### Données pédologiques

Le traitement des données pédologiques, par une analyse de la variance à deux facteurs, permet de constater qu'il n'y a aucune interaction entre les échantillons de sol et les stations ( $F_{obs} = 0.001 < F_{th} = 3.22$  à  $\alpha = 5\%$ ). Les stations ne présentent pas de différences significatives ( $F_{obs} = 0.001 < F_{th} = 3.22$  à  $\alpha = 5\%$ ). Seuls les échantillons de sol sont différents ( $F_{obs} = 4.36 > F_{th} = 4.07$  à  $\alpha = 5\%$ ).

La représentation graphique, en fonction des paramètres physico-chimiques du sol, a mis en évidence les relations possibles entre les trois stations étudiées (figure 7). La station S1 se distingue des stations S2 et S3 par un faible taux de sables (13.78%) et des taux élevés d'argiles (15%), de limons (86.09%) et de matière organique (2.65%). Les stations S2 et S3 s'individualisent par des taux de limons compris entre 63.25 % et 71.51 %, un taux d'argiles de 9% à 10% et un taux de calcaire total de 36.67% à 37.33%. La station S3 se particularise par un faible taux de matière organique de l'ordre de 1.22%.

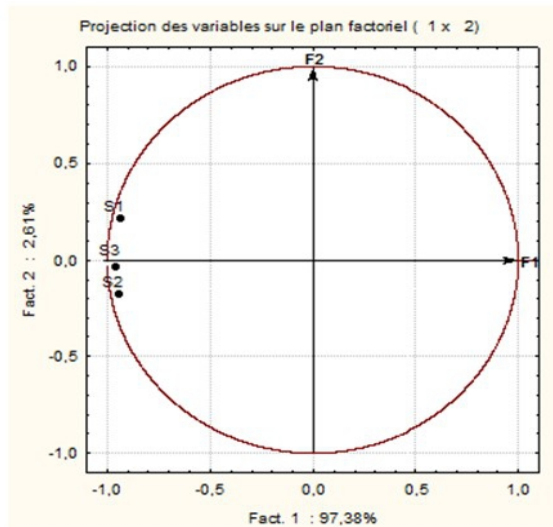


Figure 7 : Projection des 3 stations étudiées (S1, S2, S3) dans le cercle de corrélation.

### Discussion

La comparaison des données morpho-métriques entre les stations échantillonnées a rendu possible la mise en évidence de la réussite de la réhabilitation des parcours steppiques dégradés. L'espèce *A. canescens* est

bien développée par la pratique de la rotation contrôlée des parcours réhabilités (Henni et Mehdadi, 2011). La hauteur et le diamètre des touffes ont atteints des valeurs comparables avec celles développées en pleine nature (Francllet et Le Houérou, 1971). Ces deux paramètres, en parcours non contrôlé, sont désavantagés par la surexploitation. Les faibles valeurs enregistrées marquent les limites de développement de l'*A. canescens* en conditions de surexploitation.

Le nombre de rameaux et le diamètre des touffes sont corrélés positivement. Les fortes valeurs sont observées dans les deux stations protégées et les faibles valeurs dans la station à accès libre. Cette différence, due à la fréquence d'exploitation de la touffe, est observée chez les *Atriplex* peuplant les zones arides (Froment, 1972 ; Larafa, 2004).

Le diamètre à la base du rameau principal et la longueur entre la base et la 1<sup>ère</sup> ramification présentent eux aussi des différences entre les stations mises en repos réglementé et la station à libre accès. Les fortes valeurs sont enregistrées dans les stations à accès contrôlé. Ces stations profitent de la mise en repos pour que les touffes d'*A. canescens* puissent croître et se développer sans contrainte d'exploitation (Dutuit., 1999). Les touffes deviennent vigoureuses et produisent beaucoup plus de biomasse (El Fikiki *et al.*, 2000 ; Nejad et Koocheki, 2000 ; Rahmoune *et al.*, 2004). Par contre, la surexploitation des touffes semble ralentir la croissance des rameaux. L'appareil foliaire, siège de la fabrication de la matière organique par photosynthèse, est surexploité par les ovins. La touffe devient de moins en moins productive et la croissance des rameaux est plus que retardée ((Forti, 1986 ; Murad, 2000 ; Rae *et al.*, 2000 ; Nedjimi, 2012).

Les paramètres pédologiques des parcours steppiques réhabilités permettent, dans certaines conditions, le bon développement de l'*A. canescens*. Ainsi la plantation en bon état, de l'espèce étudiée, évolue sur un sol à un faible taux de sables et un taux élevé d'argiles. Cette même plantation présente des taux respectifs de matière organique, d'argiles et de limons élevés de l'ordre de 2.65%, 15% et 86.09%. Ces observations rejoignent celles de Pouget (1980), de Henni et Mehdadi (2011). La dégradation observée à la station non contrôlée, affecte ainsi la fertilité du sol et par conséquent les réserves en matières organiques et minérales déjà appauvries (Rahmoune *et al.*, 2004).

L'espèce *A. canescens* semble particulièrement intéressante dans la réhabilitation des parcours dégradés en raison de sa plus grande résistance au froid (Forti, 1986). Ses caractéristiques écologiques et physiologiques spécifiques lui permettent de se développer vigoureusement dans les parcours steppiques (Maalem, 2002 ; Henni et Mehdadi, 2011).

La gestion durable des parcours steppiques réhabilités est de mise pour la réussite de l'introduction de l'*A. canescens*. En effet, la base de



l'alimentation des animaux d'élevage, dans les zones arides, est représentée par le pâturage naturel. Quand la disponibilité fourragère offerte par les chaméphytes et les herbacées annuelles diminue en raison d'un manque de pluie saisonnière ou de la sécheresse, les touffes d'*A. canescens* constituent un apport valable à l'alimentation dans les moments difficiles.

### **Conclusion**

La réhabilitation des parcours steppiques est encore possible par la plantation de l'*A. canescens*. La rotation et le contrôle de l'accès lors de l'exploitation des parcours réhabilités constituent les principaux facteurs de réussite. Le développement vigoureux des touffes de l'*A. canescens* est surtout observé dans les stations mises en repos pour une durée allant de 1 à 2 ans. L'espèce étudiée a amélioré d'une part les disponibilités fourragères des parcours en zones steppiques à faible pluviométrie et d'autre part les paramètres physico-chimiques du sol. Les plantations d'*Atriplex* ont permis entre autre de créer un microclimat aux espèces herbacées qui sont la source de la matière organique du sol et le fourrage nécessaire au cheptel.

La réhabilitation des parcours steppiques est dans ses débuts. Il est ainsi nécessaire de multiplier les stations d'observation et les paramètres d'étude afin de préciser l'impact de ces plantations sur la régénération de ce qui reste du cortège floristique des zones pastorales dégradées. Les efforts doivent aussi se multiplier par l'utilisation d'autres espèces et techniques permettant la conservation de la biodiversité et l'amélioration de la productivité de ces parcours steppiques et donc leur exploitation durable.

### **Références :**

- Aïdoud, A., Le Floc'h, E., Le Houérou H, N., 2006. Les steppes arides du nord de l'Afrique, Sécheresse 17 : 19-30.
- Aubert G., 1978. Méthodes d'analyses du sol. 2ème Edition. C.N.D.P. Marseille. 199p.
- Bedrani, S., 1999. Situation de l'agriculture, de l'alimentation et de l'économie algérienne, CIHEAM, Paris.
- Belkhodja, M., Bidai, Y., 2004. Réponse des graines d'*Atriplex halimus* à la salinité au stade de la germination, Sécheresse 15 : 331-335.
- CARI., 2003. Centre d'Actions et de Réalisations Internationales, La désertification un tiers des terres de la planète menacé, Vol 1: 2-12.
- Dutuit P., 1999. Étude de la diversité biologique de l'*Atriplex halimus* pour le repérage in vitro et in vivo d'individus résistants à des conditions extrêmes du milieu et constitution de clones Summary reports of European Commission supported STD-3 projects (1992-1995), published by cta tropical and subtropical agriculture, third std programme : 138-141.

- El Fikiki A.R., Ibn Nuri F.A., Ibn Jassim A.M., 2000. Agro-pastoral community experiences with fodder shrubs in Syria. In: Gintzburger G., M. Bounejmate and A. Nefzaoui (eds.). Fodder Shrub Development in Arid and Semi-arid Zones. Proceedings of the Workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi-arid Zones, 27 October-2 November 1996, Hammamet, Tunisia. ICARDA, Aleppo (Syria). Vol. I : 239-243.
- Essafi N, E., Mounsif, M., Abousalim, A., Bendaou, M., Brhadda, N., 2007. Effets du stress hydrique sur la valeur nutritive d'*Atriplex halimus* L. Sécheresse 18 : 123-128.
- Forti M., 1986. Salt-tolerant and halophytic plants in Israel. Reclamation and Revegetation Research, 5(1-3): 38-96.
- Francllet A., LE Houérou HN., 1971. Les *Atriplex* en Tunisie et en Afrique du Nord. Rome : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture : 249-271.
- Froment D., 1972. Etablissement des cultures fourragères d'*Atriplex* en Tunisie central. Bull recherche Agro.C.E.M.L. Vol extra : 590-600.
- HCDS, 2005. Problématique des zones steppiques et perspectives de développement, Rap. Synth., haut commissariat au développement de la steppe, 10 p.
- Henni, M., Mehdadi, Z., 2012. Évaluation préliminaire des caractéristiques édaphiques et floristiques des steppes à armoise blanche dégradées réhabilitées par la plantation d'*Atriplex* dans la région de Saïda (Algérie occidentale), Acta Botanica Gallica. Vol.159 : 43-52.
- Kacimi, B., 1996. La problématique du développement des zones steppiques, Approche et perspectives, Doc. HCDS, Ministère de l'agriculture, 27 p.
- Larafa M., 2004. Dynamique de la végétation halophile en milieu aride et semi-aride au niveau des chotts (Melghir, Merouane et Bendjelloul) et Oued Djeddi en fonction des conditions du milieu. Thèse. Doct. Sci. Nat. Opt. Biol. Vég. Univ. Annaba : 149p + annexes.
- Le Houérou H, N., 1985. La régénération des steppes algériennes, Rapport de mission de consultation et d'évaluation, Ministère de l'agriculture, Alger.
- Le Houérou H, N., 1992. Agroforestry and sylvopastoralism to combat land degradation in the mediterranean basin: old approaches to new problems, Agri. Ecosy. Environm. 33 : 99-109.
- Le Houérou H, N., 2006. Agroforestry and sylvopastoralism: The role of trees and shrubs (Trubs) in range rehabilitation and development. *Sécheresse* 17 : 343-348.
- Maalem, S., 2002. Etude écophysiological de trois espèces halophytes du genre *Atriplex* (*A. canescens*, *A. halimus* et *A. nummularia*) soumises à l'enrichissement phosphaté. Thèse de magistère en physiologie végétale et applications biotechnologiques. Université Baji Mokhtar, Annaba, Algérie, 76p.

- MADR., 2007. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, le plan national de développement agricole et rural et la lutte contre la désertification, Atelier International du Parlement Panafricain sur La Lutte Contre la Désertification, Alger du 02 au 04 Avril 2007.
- Murad N., 2000. A study on the Syrian steppe and forage shrubs. In: Gintzburger G., M. Bounejmate and A. Nefzaoui (eds.). Fodder Shrub Development in Arid and Semi-arid Zones. Proceedings of the Workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi-arid Zones, 27 October-2 November 1996, Hammamet, Tunisia. ICARDA, Aleppo (Syria). Vol. I: 109-121.
- Nedjimi B., 2012. Seasonal variation in productivity, water relations and ion contents of *Atriplex halimus* spp. *schweinfurthii* grown in Chott Zehrez wetland, Algeria. J. Saudi Soc. Agri. Sci., 11: 43-49.
- Nejad A.T., Koocheki A., 2000. Economic aspect of fourwing saltbush (*Atriplex canescens*) in Iran. In: Gintzburger G., M. Bounejmate and A. Nefzaoui (eds.). Fodder Shrub Development in Arid and Semi-arid Zones. Proceedings of the Workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi-arid Zones, 27 October-2 November 1996, Hammamet, Tunisia. ICARDA, Aleppo (Syria). Vol. I: 184-186.
- ONM., 2006. Office national de la météorologie, Données climatique Saïda de 1960 à 2005.
- Phillippeau, G., 1986. Comment interpréter les résultats d'analyse en ACP ? Institut technique des céréales et fourrages, Paris, 63 p.
- Pouget, M. 1980. Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. ORSTOM, Paris, 555 p.
- Rae J., Arab G., Jani K., Murad N., Ngaido T., Gintzburger G., Nordblom T.L., 2000. Socioeconomics of shrub plantations in Syria. In: Gintzburger G., M. Bounejmate and A. Nefzaoui (eds.). Fodder Shrub Development in Arid and Semi-arid Zones. Proceedings of the Workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi-arid Zones, 27 October-2 November 1996, Hammamet, Tunisia. ICARDA, Aleppo (Syria). Vol. II: 627-647.
- Rahmoune, C., Maâlem, S. et Ben Naceur, M., 2004. Effets comparés de la fertilisation phosphatée sur l'*Atriplex* cultivé en zone semi-aride du Nord-Est algérien. Plant Physiology  
Vol. 3, n°4, pp. 213-217.