



République Algérienne Démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Larbi Tébessi-Tébessa

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Des êtres vivants

MEMOIRE DE MASTER

DOMAINE : Science de la nature et de la vie (SNV)

Filière : Ecologie et environnement

Option : Ecologie

Thème :

Les îlots de fertilité autour du figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) améliorent-ils les taux de matière organique et d'humidité dans le sol environnant ?

Présenté par :

SMATI Abderrazak

BAKHOUCHE Faouzi

Devant le jury :

Dr. Sonia BOUDJABI

Université de Tébessa

Président

Dr. Souad NEFFAR

Université de Tébessa

Promoteur

Dr. Karima GHDABNIA

Université de Tébessa

Examineur

Date de soutenance :

28/05/2018

Année 2017/2018

Note : /20

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en signe de respect, de reconnaissance et de remerciement :

✓ à ma famille

✓ Surtout **Ma mère, Mon père**, et oncles THABET Abdelmadjid et Ma tante Anesse, en espérant que toute personne lisant cette phrase ou le mémoire de prier pour mes parents comme le prophète

a dit :

« إذا مات ابن آدم انقطع عمله إلا من ثلاث: صدقة جارية، أو علم ينتفع به، أو ولد صالح يدعو له »

✓ Mes sœurs et Mes frères et ma femme qui n'a jamais cessé de me soutenir pour que je puisse finir mes études et avoir une bonne formation.

✓ Mes cousins surtout THABET Nour-eddine qui est en réalité au lieu d'un chère frère.

✓ Mes amies (Omare Ch, Mouhamed R)

✓ Et tous mes chères collègues de promo Master 2 Ecologie (Haroune A, Amine S, Kouki S, Said M, Bassma, Sonia, Feriale, Hadjer, Asma, etc) pour leurs ambiances et moments inoubliables qui m'ont facilité la continuation de mes études .

Bekhouche Faouzi

Remerciement

*En préambule à ce mémoire nous remercions **ALLAH** qui nous a aidé et nous a donné la patience et le courage durant ces longues années d'étude.*

*La première personne que nous tenons à remercier est notre encadreur **NEFFAR Souad**, pour avoir accepté de nous encadrer.*

*Nos sincères remerciements s'adressent aux **membres de jury** qui ont accepté de lire et de juger ce travail.*

*Un grand merci à tous **les enseignants surtout madame DJELLAB**, pour leur aide précieuse. Qu'ils trouvent ici toutes les gratitude.*

*Nous remercions chaleureusement **nos familles** et surtout **nos parents** pour leur soutien moral, leurs encouragements et leur patience durant les étapes difficiles de ce travail.*

Nous tenons à remercier toute personne qui a participé de près ou de loin à l'exécution de ce modeste travail. Merci à tous nos camarades pour tous les bons moments passés, et les échanges scientifiques qu'on a partagés, leurs disponibilités et leurs compétences, merci du fond du cœur.

Résumé

Dans le but de voir si les îlots de fertilité qui se forment autour du figuier de Barbarie améliorent les taux d'humidité et de matière organique dans le sol, une étude a été entreprise au cours de l'année 2017-2018 dans la station d'Ain Zaroug (Commune de Tébessa). Des prélèvements de sol saisonniers (automne, hiver et printemps) ont été effectués dans une parcelle plantée et une autre parcelle témoin. Au sein de la parcelle plantée, les prélèvements ont eu lieu au pied de l'arbuste et au milieu de l'espacement interligne. Les résultats obtenus pour les paramètres étudiés (humidité et matière organique) ont révélé une différence significative entre la parcelle plantée et non plantée sans aucune différence entre les points de prélèvement. L'effet saison s'est montré significatif pour les 2 paramètres. Bien que les teneurs en matière organique soient très faibles, une légère amélioration pourrait être attribuée à la présence du figuier de Barbarie.

Mots-clés : Tébessa, figuier de barbarie, désertification, analyse de sol.

Abstract

In order to view if the fertility islands around the prickly pears improve moisture and organic matter levels in the soil, a study was undertaken during the year 2017-2018 at Ain Zaroug station (Tebessa). Seasonal soil samples (fall, winter and spring) were taken from one planted plot and another control plot. Within the planted plot, the samples were taken the near the shrub and between planted lines (in the middle). The results obtained for the studied parameters (moisture and organic matter) revealed a significant difference between the planted plots and control plot without any difference between the sampling points. The seasonal effect was significant for the two studied parameters. Although the organic matter content is very low, a slight improvement could be attributed to the presence of the prickly pear.

Keywords: Tebessa, prickly pear, desertification, soil analysis.

المخلص

يهدف دراسة ما إذا كانت جزر الخصوبة المتشكلة حول التين الشوكي تعمل على تحسين مستويات الرطوبة والمواد العضوية في التربة ، تم إجراء دراسة خلال العام 2017-2018 في محطة - عين زروق (بلدية تبسة). أخذت عينات التربة الموسمية (الخريف والشتاء والربيع) من قطعة أرض مغروسة و أخرى شاهدة . بالنسبة للمنطقة المغروسة، تم أخذ العينات تحت الشجيرة و ما بين الصفوف المغروسة. من خلال النتائج المتحصل عليها من المعايير المدروسة (الرطوبة والمواد العضوية) وجد فرق معنوي بين المنطقة المغروسة و الغير المغروسة وما بين الفصول، دون أي فرق بين مختلف النقاط. وعلى الرغم من أن المادة العضوية جد منخفضة فهناك تحسن طفيف يمكن ارجاعه لتأثير التين الشوكي سواء بطريقة مباشرة او غير مباشرة.

الكلمات المفتاحية: تبسة ، التين الشوكي ، تصحر ، تحليل التربة

Sommaire

<i>Résumés</i>	<i>i</i>
<i>Sommaire</i>	<i>iii</i>
<i>Listes des figures et des tableaux</i>	<i>v</i>

Introduction générale	1
------------------------------------	----------

Chapitre 1 : Matériel et méthodes

1. Description de la zone et de la station d'étude.....	5
2. Sélection des parcelles d'étude.....	7
2.1. Prélèvement du sol.....	7
2.2. Analyse du sol.....	9
2.2.1. Texture du sol par la méthode de saturation.....	9
2.2.2. Humidité au champ.....	10
2.2.3. Taux de carbone organique (C).....	10
3. Traitement statistique.....	11

Chapitre 2 : Résultats

1-Détermination de la texture du sol.....	13
2-Variation saisonnière du taux d'humidité dans les parcelles plantée et non plantée par le figuier de Barbarie	13
3-Variation saisonnière du taux de matière organique dans les parcelles plantée et non plantée par le figuier de Barbarie	14

Chapitre 3 : Discussion générale et conclusion

Discussion générale et conclusion.....	18
Références bibliographiques.....	21
Annexe.....	25

Liste des figures et des tableaux

<i>Numéro</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
Figure 1	Localisation géographique de la zone et de la station d'étude (✚ : station de Ain Zarroug).	5
Figure 2	Diagramme ombrothermique de la zone d'étude (1972-2018).	7
Figure 3	La localisation des deux parcelles (P : parcelle plantée, T : parcelle témoin) (Google Earth, Avril 2018)	8
Figure 4	Parcelle plantée par le figuier de Barbarie (PP), T : Parcelle –Témoin	8
Figure 5	Variation saisonnière du taux d'humidité dans les parcelles plantée et non plantée	14
Figure 6	Variation saisonnière du taux de matière organique dans les parcelles plantée et non plantée	15

<i>Numéro</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
Tableau 1	Classification climatique de De Martonne 1926 (Lunguet <i>al.</i> , 2011)	6
Tableau 2	Classification du sol selon le taux la matière organique (ITA, 1975)	11
Tableau 3	Analyse de la variance relative au taux d'humidité	14
Tableau 4	Analyse de la variance relative au taux de matière organique	16

Introduction générale

Introduction générale

La désertification, qui selon Nahal (2004) ne signifie pas l'avancée du désert, comme il est souvent imaginé, mais plutôt la détérioration des terres arides, créant ainsi des zones mortes d'apparence désertique, qui peuvent se répandre et fusionner. Elle menace un tiers de la superficie des terres émergées du globe, soit plus de 4 milliards d'hectares (Nedjraoui, 2006). Elle menace les moyens de subsistance d'environ 2 milliard de personnes vivant dans plus de 100 pays, qui dépendent du sol pour la plupart de leurs besoins et qui sont en général les plus pauvres du monde. Tous les continents sont concernés : 37 % des terres arides sont en Afrique, 33 % en Asie, 14 % en Australie. Il en existe aussi en Amérique et sur les franges méridionales de l'Europe (Safriel *et al.*, 2005). D'après Ozer *et al.* (2010), la dernière tentative réalisée dans le cadre du rapport de l'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire (Millennium Ecosystem Assessment), les zones totales affectées par la désertification sont de l'ordre de 600 à 1200 millions d'hectares.

Pour y remédier, plusieurs actions ont été entreprises dans le monde : défense et restauration des sols, protection de la végétation, protection des cultures ou des terrains de parcours, lutte contre les feux, aménagements forestiers et plantations (Delwaulle, 1973). D'après Berthes (1997), la forestation s'avère la solution prédominante pour réduire les effets de ce phénomène. En effet, l'existence de végétation offre une bonne protection contre l'érosion et règle le niveau des nappes d'eau, sans oublier qu'elle peut se manifester également en tant que ressource alimentaire potentielle et autres produits forestiers non alimentaires, tels que le bois à brûler. Mais, il n'est pas simple de reboiser les zones frappées par la désertification, il s'agit de régions arides (Cas de l'Afrique) où la croissance des plantes est lente et la distribution des pluies est irrégulière. Cette situation impose l'utilisation d'espèces dont les caractéristiques permettent de tolérer des conditions de vie pratiquement impossibles: des sols pierreux sans horizon organique, des régimes de pluie inférieurs à 300 mm et des concentrations salines très élevées (Mulas & Mulas 2004). Ces expériences de forestation, tout comme les autres, n'ont pas toujours donné de bons résultats en raison des exigences écologiques des espèces utilisées difficiles à respecter.

Durant les dernières années, le phénomène de plantes-nourrice (En Anglais, plant-nurse) a pris de l'étendue dans les habitats dégradés. Pour information, on parle

Introduction générale

de plante-nourrice, quand il s'agit de toute plante capable de faciliter la croissance et le développement d'autres plantes sous sa canopée, en créant un micro-habitat favorable pour la germination des graines (Franco & Nobel, 1989 ; Padilla & Pugnaire 2006). Autres effets positifs sont signalés dans la littérature : accélération de la vitesse de croissance et les cycles biogéochimiques (Gallaway *et al.*, 1991). Cet effet revient à plusieurs raisons : l'ombrage, température, lumière, augmentation de l'humidité et de la matière organique, ainsi que la protection contre les herbivores (Gallaway, 2007). Ces plantes–nurses ont été utilisées dans de nombreux habitats dégradés, en Afrique, (au Mali et Au Niger) : *Eucalyptus* sp, *Tamarix* sp, *Ficus* sp, *Acacia* sp, *Euphorbia balsamifera*, *Prosopis juliflora*, etc.), bien que l'*Eucalyptus* soit connu pour ses effets allélopathiques (Ren *et al.*, 2008 ; Yang *et al.*, 2009 ; Amghar *et al.*, 2016a) en Méditerranée, et cas de *Caragana microphylla* en Chine (Cao *et al.*, 2008).

Les parcours steppiques dont la superficie est de 20 millions d'hectares (Djebaili, 1984) et qui constituent l'espace vital pour plus de 12 millions d'habitants en 2008, tirant leurs revenus de la pratique de l'élevage du cheptel, estimé à plus de 15 millions de têtes se trouvent dans un état de fragilité écologique de plus en plus accrue, lié aux facteurs climatiques (les secheresses recurrentes) et les mauvaises pratiques humaines (surpâturage amplifié par la motorisation du transport du cheptel qui autrefois se déplaçait en suivant les bergers pédestrement engendrant une désertification de cet écosystème (Aidoud *et al.*, 2006, Neffar *et al.*, 2013; Amghar *et al.*, 2016 b). Vu les conséquences désastreuses sur les ressources naturelles et la vie des populations, des actions ont été menées par l'Etat depuis 1994 afin d'améliorer le pâturage et la vie rurale : revégétalisation, mise en défens, travaux hydrauliques, fixation des dunes mobiles, etc. (Amiraslani & Dragovich , 2011). Des espèces végétales sont proposées dans le programme de réhabilitation et de lutte contre la désertification : les Atriplex et les Cactées, cas du Figuier de Barbarie : *Opuntia ficus-indica*, pour leurs valeurs fourragères, écologiques et sociales (Gui & Nobel, 1992; Salem *et al.*, 2004 ; Mulas & Mulas, 2004).

Puisque le figuier de Barbarie, considéré comme plante-nourrice qui engendre la formation d'îlots de fertilité autour d'elle, en favorisant le développement de strate herbacée à sa proximité (Neffar *et al.*, 2011), elle pourrait améliorer les taux

Introduction générale

d'humidité et de matière organique dans le sol environnant. Autrement dit, est-ce que cet arbuste, à travers les ilots de fertilité autour de lui pourrait améliorer ces deux paramètres ?

Pour essayer de répondre à cette question, nous avons entrepris cet essai dans une région semi aride (Tébessa), notamment dans la station de Ain Zarroug où une parcelle plantée par le figuier de Barbarie et une parcelle non plantée (non dénudée) ont été choisies pour suivre la variation saisonnière des 2 paramètres sus-cités.

Ce mémoire s'articule en quatre chapitres. Une introduction générale donnant un bref aperçu sur la problématique et le but de l'étude entreprise, suivi du chapitre 1 « Matériel et méthodes » consacré à la description de la zone d'étude et des méthodes utilisées. Le chapitre 3 concerne les principaux résultats obtenus. À la fin, une discussion et une conclusion suivies des références bibliographiques exploitées à cet effet.

Chapitre 01 :
Matériel et méthodes

1. Description de la zone et de la station d'étude

La wilaya de Tébessa fait partie des Hauts Plateaux du nord-est Algérien. Elle est limitée au nord par la wilaya de Souk-Ahras, au sud par la wilaya d'Oued Souf, à l'ouest par Khenchla et Oum Bouaghi et à l'est par la Tunisie. La station d'Ain Zerroug a fait l'objet de notre étude. Ses coordonnées géographiques sont : une latitude $35^{\circ} 25' 08,3''$ N et une longitude $008^{\circ} 09' 42,4''$ E et une altitude de 887 m (Fig.1).

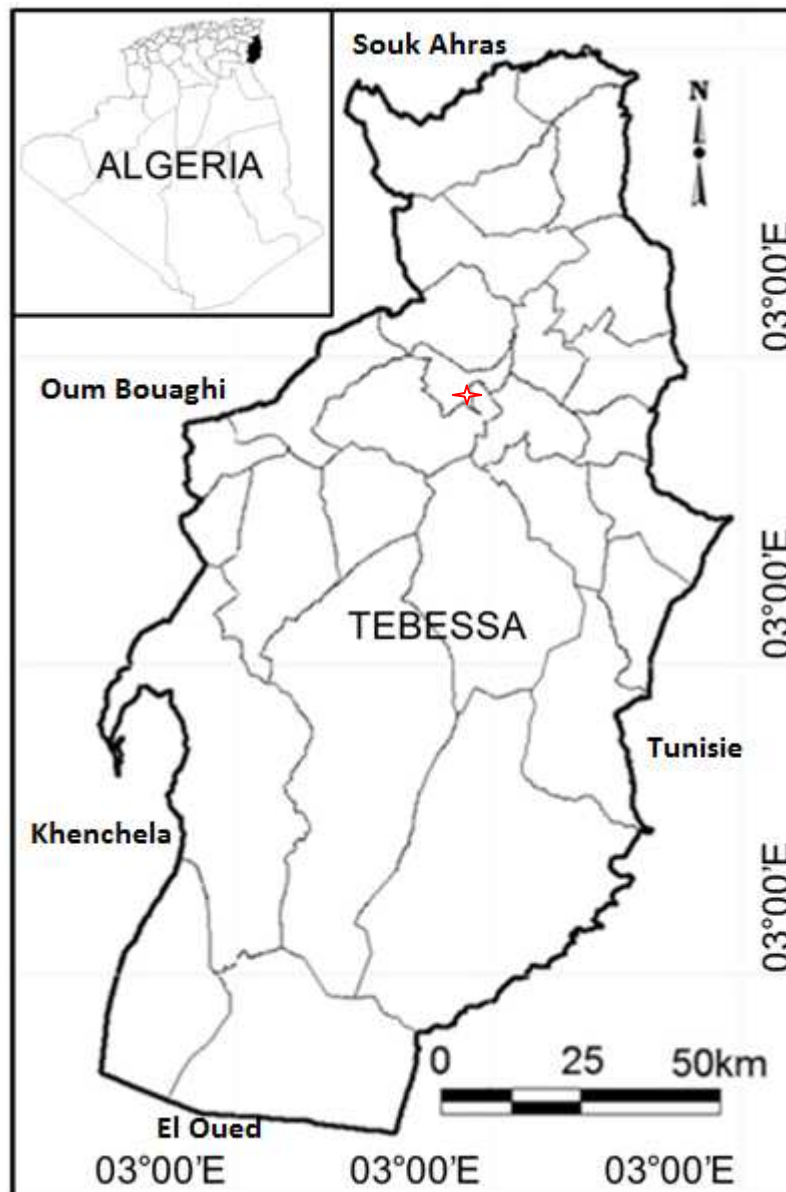


Figure 1. Localisation géographique de la zone et de la station d'étude (+ : station de Aïn Zarroug).

Chapitre 1. Matériel et méthodes

Sur le plan climatique, et en se basant sur les données climatologiques fournies par la station météorologique de Tébessa s'étalant sur une période de 46 ans (1972-2018) (Annexe), la région se caractérise par des précipitations annuelles moyennes de l'ordre de 373,11 mm. Le mois de Septembre est le mois le plus pluvieux avec un moyenne mensuelle de 40,80 mm alors que juillet et le moins pluvieux avec une moyenne de 14,32 mm. La température annuelle moyenne est de 15,84°C avec un maximum pendant le mois de Juillet 26,76°C et un minimum en Janvier avec 6.62 °C.

La synthèse bioclimatique a indiqué une valeur de l'indice de De Martonne de 14,43 (Lungu *et al.*, 2011) (Tab.1), alors que le diagramme ombrothermique (Fig.2) a délimité une saison sèche du mois de Mai jusqu'à Octobre et une saison humide du mois de Novembre jusqu'au mois d'Avril.

L'indice de De Martonne est calculé selon la formule : $I_m = P / T + 10$ où P représente les précipitations moyennes annuelles (mm) et T, la température moyenne annuelle (°C).

Tableau 1. Classification climatique de Martonne 1926 (Lungu *et al.*, 2011)

Type de climat	Valeurs
Très aride : désertique (aride)	0-5
Aride : steppique, semi aride (semi désertique)	5-15
Semi-aride	15-20
Modérément humide (moins subhumide)	20-30
Humide	30-60
Très humide	>60

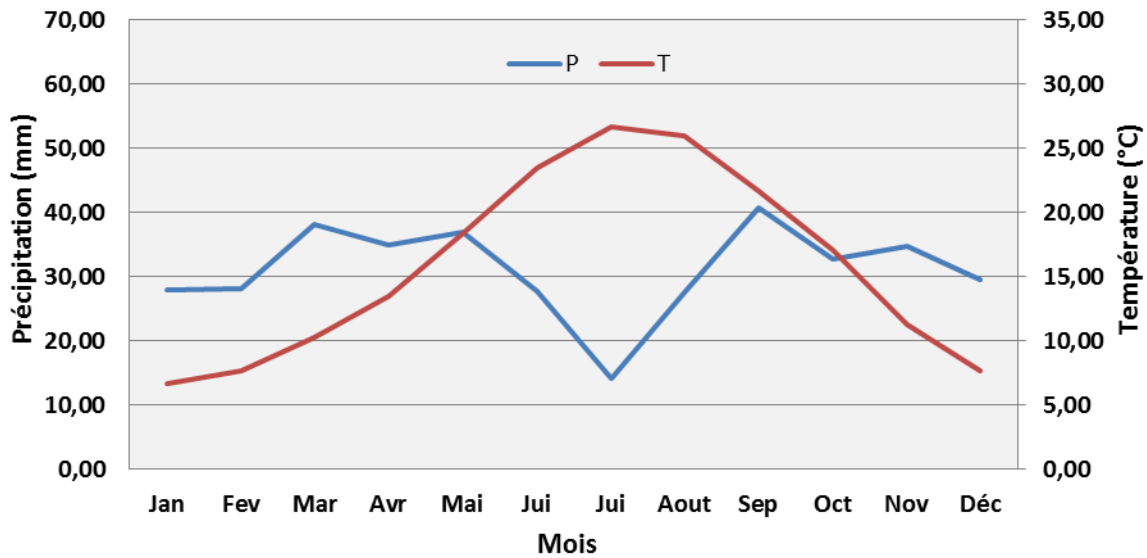


Figure 2. Diagramme ombrothermique de la zone d'étude (1972-2018).

2. Sélection des parcelles d'étude

2.1. Prélèvement du sol

Pour minimiser les variations spatiales, les parcelles choisies se situent l'une à côté de l'autre. Une parcelle plantée par l'*Opuntia ficus-indica* d'une superficie de 1 hectare (altitude 838 m, latitude de 35° 44' 8''N et une longitude de 8° 00' 13''E) et une autre parcelle non plantée d'une superficie de 2500m² (altitude de 828 m, latitude de 35°44'9''N et longitude est de 8° 00' 13''E, prise comme témoin (Fig.3 et 4). Le figuier est plantée sous forme de lignes parallèles avec un espacement interligne allant de 2 à 4 mètres.

Pour répondre à notre question émise dans l'introduction, nous avons sélectionné aléatoirement cinq points dans les 2 parcelles (traitée et témoin). Pour la plantation de figuier, et à l'aide d'un piochon, des échantillons de sols sont prélevés saisonnièrement (automne, hiver et printemps), sur une profondeur de 10- 15cm cm au pied de l'arbuste et d'autres à une distance de 1 m loin du pied de la plante.



Figure 3. Localisation des deux parcelles (P : parcelle plantée, T : parcelle témoin) (Google Earth, Avril 2018)



Figure 4 . Parcelle plantée par le figuier de Barbarie (P), T : Parcelle –Témoin (Cliché : Smati et Bakhouche, 2018)

2.2. Analyse du sol

Une fois prélevés, les échantillons de sol sont pesés instantanément pour la détermination du taux d'humidité au champ, puis, ils sont étalés à l'air ambiant pendant 10- 15 jours pour sécher et être analysés ultérieurement au laboratoire. Toute analyse du sol est effectuée sur la terre fine (tamis de 2mm de diamètre). Sur la texture du sol, deux paramètres principaux ont fait l'objet de ce travail : l'humidité au champ et le taux du carbone organique.

2.2.1. Texture du sol par la méthode de saturation

Cette méthode consiste à mesurer le pourcentage d'eau retenu par un échantillon de sol et le comparer à une échelle (Y) qui détermine la texture lui correspondant. Sachant que plus une texture est fine, plus elle retient davantage l'eau (ITA, 1975).

Mode opératoire :

- Peser 10 g de sol
- Imbiber d'eau goutte à goutte en mélangeant jusqu'à l'obtention d'une pâte qui devient luisante et glissante lorsqu'on incline le récipient, et lorsqu'on fait passer la spatule, elle ne colle pas à la surface.
- On laisse reposer 1 heure de temps : si l'eau s'accumule à la surface, ajouter de la terre et reprendre à 0, mais l'échantillon se rétracte et devient sec, ajouter de l'eau.

P_1 = Poids de la capsule vide.

P_2 = Poids de la pâte mouillée (+ capsule).

P_3 = poids de la capsule à la sortie de l'étuve = Poids de la capsule + terre sèche.

Calcul

$X_1 = P_2 - P_3$ = Poids de l'humidité.

$X_2 = P_3 - P_1$ = Poids du sol sec.

Le % d'humidité serait égal.

X_1 X_2 g de sol sec.

Y 100 g de sol sec

Echelle de texture (ITA, 1975)

<12% : sol sablonneux

12-24 : sol sablo-limoneux

24-37,5 : sol limono-sableux

45-75 : sol argilo-limoneux

> 75% : sol argileux

2.2.2. Humidité au champ

Les échantillons du sol sont pesés directement après leurs prélèvements sur terrain. Ils sont séchés à l'étuve durant 24H à une température de 85-100°C puis repesés (ITA, 1975).

Soient :

P_0 : poids d'une capsule vide

P_1 : poids de la capsule + terre mouillée

P_2 : poids de la capsule + terre sèche (après avoir passé l'échantillon à l'étuve pendant 24H, l'échantillon est repesé jusqu'à poids constant : P_2)

Calcul : $H (\%) = \frac{P_1 - P_2}{P_2 - P_0} \times 100 = \text{Poids de l'eau} / \text{poids du sol} \times 100$.

2.2.3. Taux de carbone organique (C)

Le dosage du carbone organique a été réalisé par la méthode de Walkley-Black (1934). Le carbone de la matière organique est oxydé par un mélange de bichromate de potassium et d'acide sulfurique. On admet que l'oxygène consommé est proportionnel au carbone que l'on veut doser. L'excès de bichromate inutilisé dans la réaction est dosé par le sel de Mohr.

Elle ne peut être utilisée si les sols contiennent plus de 20 % de matière organique (MO). La teneur en matière organique totale du sol s'obtient généralement en dosant la teneur en carbone.

On estime que la MO contient 58% d'où le coefficient 1,72 (Mathieu & Pieltain, 2003)

Cette méthode malgré son imprécision est utilisée en raison de sa simplicité et sa rapidité.

Mode opératoire :

-Introduire 1 g de sol tamisé dans une erlen, y ajouter 10 ml de bichromate de potassium, puis ajouter 15ml acide sulfurique.

-Agiter pendant 1mn. Laisser reposer 30mn

-Ajouter à 100 ml d'eau

- Ajouter 1 g de NaF et 3 à 4 gouttes de diphénylamine
- Titrer le sol avec le sel de Mohr (sulfate de fer et d'ammonium) à 0,2 N.
- La solution de couleur brun-noirâtre virera au vert (X ml de sel de Mohr)
- Témoin (Y) : suivre les mêmes étapes sans le sol.

Calcul :

Considérant que 1 ml de dichromate de potassium 1 N = 4 mg de carbone

$$\% C = \frac{\text{ml de dichromate potassium 1 N en excès} \times 0,004 \times 100}{\text{Poids du sol}} = \frac{Y-X}{\text{Poids du sol}} \times 0,004 \times 100$$

$$\text{La matière organique MO(\%)} = C \times 1,72$$

Tableau 2. Classification du sol selon le taux la MO (ITA, 1975)

Taux de MO (%)	Interprétation
<1	Très pauvre
1<MO<2	Pauvre
2<MO<4	Moyennement pourvu
>4	Riche

3. Traitement statistique

La variation des taux de matière organique et de l'humidité dans la station étudiée a été testée par une analyse de la variance (ANOVA) au niveau $\alpha = 0.05$ afin de voir l'effet des facteurs étudiés : la saisonnalité (trois saisons), présence du figuier de Barbarie et l'éloignement de l'arbuste. Les ANOVAs significatives ont été suivies par une comparaison multiple des moyennes à l'aide du test HSD de Tukey.

Chapitre 02 :
Résultats

1- Détermination de la texture du sol

D'après les taux d'eau retenus ($40,01 \pm 6,42$ %) pour la parcelle plantée et ($43,62 \pm 5,03$ %) pour la parcelle témoin, la texture du sol étudiée est de type limono-argileux (ITA, 1975).

2-Variation saisonnière du taux d'humidité dans les parcelles plantée et non plantée par le figuier de Barbarie

La figure 5 montre la variation du taux d'humidité enregistré durant les 3 saisons d'observation (automne, hiver et printemps).

Indépendamment de la saison et du point de prélèvement, les taux d'humidité enregistrés sont plus élevés dans la parcelle plantée par le figuier de Barbarie, comparés à ceux de la parcelle –témoin.

En automne, dans la parcelle plantée, l'humidité a atteint une valeur de 9,44% près de l'arbuste, diminue progressivement à 8,03% au milieu des rangées et à 6,19% dans la parcelle non plantée.

En hiver, les valeurs observées sont moindre par rapport à celles de l'automne, tout en restant supérieures dans la parcelle de figuier de Barbarie. Elles sont de 5,6% près de l'arbuste, augmente à 7,58% au milieu des rangées, puis baisse à 4,61% dans la parcelle –témoin.

Au printemps, les valeurs observées se rapprochent dans la parcelle plantée avec respectivement 6,62% au pied de l'arbuste et 6,18% au milieu des rangées, pour diminuer à 5,50 % dans la parcelle –témoin.

L'analyse de la variance a révélé des effets significatifs sur la variation du taux d'humidité suivant le facteur saison ($F_{(2, 36)} = 4,46$; $P=0,018$) et le facteur traitement $F_{(2,36)} = 4,14$; $P=0,023$). Aucun effet interactif (Saison * traitement) n'a été détecté (Tab.3).

Pour le facteur saison, les comparaisons multiples des moyennes des taux d'humidité (Tukey HSD) ont fait ressortir une différence significative au niveau $P= 0,04$ entre l'automne et le printemps et une autre au niveau ($P= 0,02$) entre l'automne et l'hiver.

Le facteur traitement a révélé également une différence significative aussi bien entre le témoin et le prélèvement au pied de l'arbuste ($P= 0,047$) qu'entre le témoin et le milieu des rangées ($P= 0,041$).

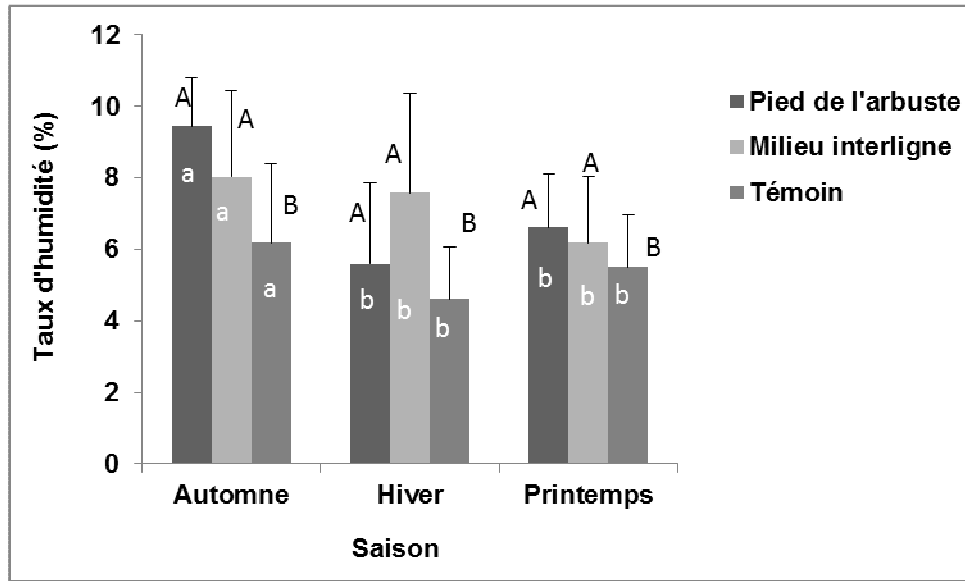


Figure 5 . Variation saisonnière du taux d'humidité dans les parcelles plantée et non plantée

(Les valeurs observées représentent la moyenne de 5 répétitions. Les mêmes lettres minuscules indiquent une différence non significatives ($P>0,05$) pour le facteur saison; les mêmes lettres majuscules indiquent une différence non significatives ($P>0,05$) pour le facteur traitement.)

Tableau 3 : Analyse de la variance relative au taux d'humidité

Source de variation	SC	DDL	MC	F	P
Saison	35,212	2	17,606	4,4645	0,018533
Traitement	32,715	2	16,357	4,1479	0,02393
Saison*Traitement	19,871	4	4,968	1,2597	0,303701
Erreur	141,969	36	3,944		

3-Variation saisonnière du taux de matière organique dans les parcelles plantée et non plantée par le figuier de Barbarie

La variation saisonnière du taux de matière organique dans la station étudiée est révélée par la figure 6.

Les valeurs du taux de matière organique sont faibles aussi bien dans la parcelle plantée que la parcelle –témoin, quels que soit la saison et le point de prélèvement. Cependant des variations même légères, sont détectées.

Chapitre 2. Résultats

En automne, dans la parcelle plantée, le taux de matière organique a atteint une valeur de 0,29% près de l'arbuste et 0,31% au milieu des rangées plantées pour diminuer à 0,12% dans la parcelle non plantée.

En hiver, les valeurs observées augmentent par rapport à celles de l'automne, tout en restant supérieures dans la parcelle de figuier de Barbarie par rapport au témoin. Elles sont de 0,39% dans les 2 points de prélèvement et 0,23% dans la parcelle –témoin.

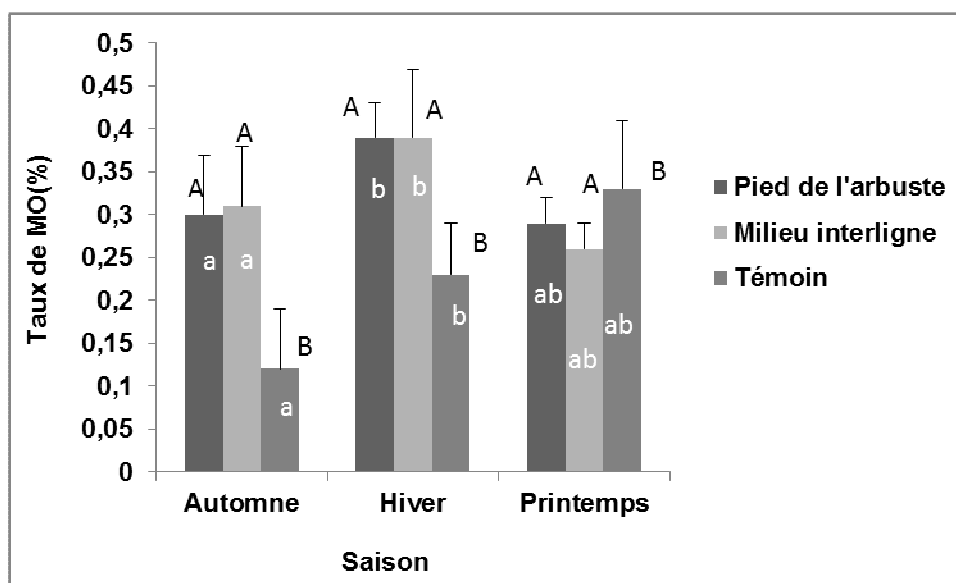


Figure 6 . Variation saisonnière du taux de matière organique dans les parcelles plantée et non plantée (Les valeurs observées représentent la moyenne de 5 répétitions. Les mêmes lettres minuscules indiquent une différence non significatives ($P>0,05$) pour le facteur saison; les mêmes lettres majuscules indiquent une différence non significatives ($P>0,05$) pour le facteur traitement.).

Au printemps, une baisse est révélée par la parcelle plantée avec respectivement à 0,29% au pied de l'arbuste et 0,26% au milieu des lignes plantées, légèrement inférieures au taux enregistré par la parcelle –témoin qui est de 0,32%.

L'analyse de la variance (Tab.4) a révélé un effet significatif pour le facteur saison $F_{(2, 36)} = 7, 27$; $P = 0,002$), le facteur traitement $F_{(2, 36)} = 10, 80$; $P < 0,001$) et pour l'effet interactif (Saison * traitement) avec $F_{(4,36)} = 6,40$; $P < 0,001$).

Les comparaisons des moyennes pour le facteur saison ont fait ressortir une différence significative au niveau $P = 0,0015$, uniquement entre l'automne et l'hiver. Le facteur traitement a révélé également une différence significative aussi bien entre le témoin et le prélèvement au pied de l'arbuste ($P < 0,001$) qu'entre le témoin et le milieu des rangées ($P = 0,0011$).

Chapitre 2. Résultats

Tableau 4. Analyse de la variance relative au taux de matière organique

Source de variation	SC	DDL	MC	F	P
Saison	0,06374	2	0,03187	7,2738	0,002222
Traitement	0,094693	2	0,047347	10,8061	0,000211
Saison*Traitement	0,112173	4	0,028043	6,4004	0,000536
Erreur	0,157734	36	0,004381		

Chapitre 03 :
Discussion générale et
conclusion

Discussion générale et conclusion

L'hypothèse que nous avons émise dans l'introduction de ce travail était que les « ilots de fertilité » qui se forment autour du figuier de Barbarie pourraient augmenter les taux d'humidité et de matière organique dans le cercle environnant.

Les 2 paramètres choisis sont les taux d'humidité et de matière organique qui ont un effet indiscutable sur la microflore et entraînent une augmentation de la biomasse microbienne dans le sol, qui se traduit par une meilleure fertilité des sols (Jia *et al.*, 2010).

D'après ce qui a été déduit du chapitre précédent, quels que soient la saison et le point de prélèvement, la parcelle plantée a plus d'humidité que la parcelle-témoin sans aucune différence statistiquement significative entre les points de prélèvement. L'effet de la saison a distingué significativement l'automne des 2 autres saisons.

Il en est de même pour le taux de matière organique, qui malgré sa faible teneur (1%) d'après la classification de l'ITA (1975), connaît des variations aussi bien entre les saisons qu'entre les parcelles (traitée et témoin).

Il apparaît clairement qu'à part le printemps, dont les valeurs de ce paramètre sont proches les unes des autres, l'automne et l'hiver ont enregistré des valeurs plus élevées dans la plantation de figuier, bien que statistiquement, la différence n'est significative qu'entre l'automne et l'hiver. D'un autre côté, il n'y a pas de différence entre les points de prélèvement.

À la lumière de ces résultats, il se peut que les ilots de fertilité qui se forment autour de la plante étudiée (le figuier de Barbarie) aient contribué à l'augmentation du taux d'humidité et de matière organique. Les raquettes du figuier de Barbarie ont pu créer un microclimat favorisant l'installation des herbacées, incapables de croître ailleurs, vu les conditions d'aridité. D'après Traoré *et al.* (2007), le recouvrement de la végétation présente un effet positif sur les propriétés du sol, surtout que la strate formée est à base de plantes annuelles (therophytes) dont le court cycle de vie et la rapide dégradation constitue un pool de carbone pour le sol. Le Houerou (1996), Mendez *et al.* (2004) et Neffar *et al.* (2011) ont déjà signalé l'effet positif du figuier de Barbarie sur le taux de matière organique et d'humidité.

Ce qui est important à signaler est que même si le figuier de Barbarie n'ait pas pu agir de façon directe à travers ses raquettes fortement lignifiées et dont la dégradation est très lente, il a pu contribuer indirectement par le piégeage des graines apportées par le vent et grâce à la création de conditions microclimatiques plus favorables, un tapis herbacé se développe au

Discussion générale et conclusion

ped de l'arbuste (= Ilots de fertilité). Cette situation a été signalée pour d'autres espèces végétales qui ont été utilisées dans les milieux dégradés comme plante-nourrice en vue d'une éventuelle amélioration des conditions du sol à travers les conditions physico-chimiques. Citons, le cas de l'*Acacia* (Giffard, 1971 ; Agbahungba & Assa, 2000 ; Yang *et al.*, 2009), de l'*Atriplex* sp (Bouzid & Benabdeli, 2011; Henni & Mehdadi, 2012 ; Amghar *et al.* (2016 a), où il a été montré, qu'un sol couvert d'*Atriplex halimus* ou d'*A. canescens* a enregistré plus de matière organique qu'un sol nu. Aussi, d'un autre côté, dans une étude réalisée par Amghar *et al.* (2016 b) sur l'effet de la mise en défens sur les propriétés du sol, il a été révélé que de fortes valeurs de matière organique et d'humidité sont signalées dans les parcours protégés, certainement liées à la présence de *Stipa tenacissima* et *Lygeum spartum*. Ces espèces peuvent non seulement fixer les particules fines du sol chargées en matière organique, mais aussi, maintenir l'humidité édaphique favorisant l'activité microbienne et induisant une dégradation de la litière (Prieto *et al.*, 2011).

La différence non significative entre les points de prélèvement pourrait être expliquée par le développement horizontal du figuier de Barbarie qui peut s'étendre jusqu'à 8 mètres, permettant le piégeage de la moindre goutte d'eau ainsi, que l'augmentation des résidus organiques des plantes même si elles sont moins concentrées loin de l'arbuste comparé à sa proximité, ainsi que la dégradation des racines de la plante (Cao *et al.*, 2008).

Quant à la variation saisonnière des taux de la matière organique entre l'automne et l'hiver, bien qu'elle soit statistiquement significative, les valeurs enregistrées sont trop faibles pour les attribuer à un quelconque paramètre explicatif. Ceci dit, d'après Feller *et al.* (1991), l'effet du climat (pluviométrie, température, durée de la saison sèche) peut être considéré comme secondaire car les stocks organiques des sols, cultivés ou non, sont beaucoup plus déterminés par la texture que par le climat.

Concernant la variation saisonnière du taux d'humidité, avec des valeurs élevées en automne comparées aux autres saisons, il se peut que ce soit en rapport avec l'état du sol lors du prélèvement, autrement dit, le sol était mouillé, car la capacité de rétention de l'eau est fortement liée à la texture du sol entre grossière et fine et si des variations sont observées dans le taux d'humidité pour un même type de sol qui est dans notre cas limono-argileux selon ITA (1975), aussi bien dans la parcelle plantée que dans la parcelle -témoin, la différence observée revient au moment du prélèvement. D'après Duchauffour (1983), le pédoclimat (humidité et température) sont liés aux facteurs climatiques et topographiques.

Discussion générale et conclusion

En conclusion, les résultats de cette étude, bien qu'ils indiquent que le figuier de Barbarie pourrait agir comme plante –nourrice dans une zone dégradée en agissant que ce soit de façon directe ou indirecte sur les taux d'humidité et de matière organique, les valeurs observées, en particulier celles de la matière organique sont extrêmement faibles pour concrétiser réellement cet effet sur un sol dégradé et le caractériser d'améliorateur. Les îlots de fertilité sont bien établis autour des arbustes et certainement provoquent une amélioration dans le cercle environnant, mais faudrait-il trouver d'autres paramètres pour le confirmer ?

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Agbahungba, A. & Assa, A. (2000)**. Etude de l'évolution des sols sous *Acacia auriculiformis* et caractérisation de la matière organique de l'espèce dans trois stations forestières dans le sud du Bénin. Bulletin de la recherche agronomique, (30) :18-36.
- **Aidoud, A., Le Floc'h, E. & Le Houerou, HN. (2006)**. Les steppes arides du Nord de L'Afrique. Sécheresse, 17: 19-30.
- **Amghar, F., Forey, E., Richard, B., Touzard, B., Laddada, S., Brouri, L., ... & Margerie, P. (2016a)**. Old nurses always die: impacts of nurse age on local plant richness. Plant ecology, 217(4) : 407-419.
- **Amghar, F., Langlois, E., Forey, E., & Margerie, P. (2016b)**. La mise en défens et la plantation fourragère: deux modes de restauration pour améliorer la végétation, la fertilité et l'état de la surface du sol dans les parcours arides algériens. Biotechnologie Agronomie Société et Environnement, 20(3) : 386-396
- **Amiraslani, F. & Dragovich, D. (2011)**. Combating desertification in Iran over the last 50 years: an overview of changing approaches. Journal of Environment Management, 92 : 1-13.
- **Berthe, Y. (1997)**. The role of forestry in combating desertification. Proceedings of the "XI World Forestry Congress", 13-22 October, Antalya (Turkey): 307-326.
- **Bouزيد, A., & Benabdelli, K. (2011)**. Contribution à l'évaluation de la biomasse verte d'une plantation d'*Atriplex halimus* en zone aride de l'ouest algérien (région de Naama). Revue Ecologie (Terre et Vie).vol66, n°4.
- **Callaway, R.M., Nadkarni, N.M., Mahall, B.E. (1991)**. Facilitation and interference of *Quercus douglasii* on understory productivity in central California. Ecology, 72 : 1484–1499.
- **Cao, C., Jiang, D., Teng, X., Jiang, Y., Liang, W., & Cui, Z. (2008)**. Soil chemical and microbiological properties along a chronosequence of *Caragana microphylla* plantations in the Horqin sandy land of Northeast China. Applied Soil Ecology, 40(1), 78-85.
- **Delwaulle, J. C. (1973)**. Desertification de l'Afrique au sud du Sahara. Bois et Forêts des Tropiques, (149), 3-20.
- **Djebaili, S. (1984)**. Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. OPU, Alger, 159.

Références bibliographiques

- **Duchaufour, P. (1983)**. Pédologie. Tome I. Pédogenèse et Classification. 2nd ed. 491 pp. Paris: Masson
- **Feller, C.; Fritsch, E.; Poss, R. ; Valentin, C. (1991)**. Effet de la texture sur le stockage et la dynamique des matières organiques dans quelques sols ferrugineux et ferrallitiques (Afrique de l'Ouest, en particulier). Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XXVI, n °1 : 25-36.
- **Franco, A.C. & Nobel, P.S. (1989)**. Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of Cacti. Journal of Ecology, 77 : 870–886.
- **Giffard, P. L. (1971)**. Recherches complémentaires sur *Acacia albida* (Del). Bois & Forets des tropiques, 135(135) : 3-20.
- **Gui, M. & Nobel, P. (1992)**. Nutrient status, water uptake and gaz exchange for three desert succulents infected with mycorrhizal fungi. New Phytologist, 122: 643-649.
- **Henni, M. & Mehdadi, Z. (2012)**. Preliminary assessment of soil and floristic characteristics of degraded steppes of white armoise rehabilitated by the planting of *Atriplex* in the region of Saida (western Algeria). Acta Botanica Gallica.
- **ITA. (1975)**. Methodes d'analyses chimiques et physiques du sol. Laboratoire du sol. ITA, Mostaganem.
- **Jia G.M. ; Liu B.R. ; Wang G. & Zhang, B. (2010)**. The microbial biomass and activity in soil with shrub (*Caragana korshinskii* K.) plantation in the semi-arid loess plateau in China. European Journal of Soil Biology, 46 : 6-10.
- **Le Houerou H.N.(1996)**. The role of cacti (*Opuntia* spp.) in erosion control, land reclamation, rehabilitation and agricultural development in the Mediterranean Basin. Journal of Arid Environments, 33: 135-159.
- **Lungu, M. ; Panaitescu, L. & Nita, S. (2011)**. Aridity, climatic risk phenomenon in Dobrudja. Present Environment and sustainable development , 5: 179-190.
- **Mathieu, C.& Pieltain, F. (2003)**. Analyse chimique des sols: Méthodes choisies. Tec & doc.
- **Mendez E. ; Guevara, J.C. & Estevez, O.R. (2004)**. Distribution of cacti in *Larrea* spp. shrublands in Mendoza, Argentina. Journal of Arid Environment, 58: 451-462.

Références bibliographiques

- **Mulas, M. & Mulas, G. (2004).** Potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la Lutte Contre la Désertification. Short and Medium, Term Priority Environmental Action Programme (SMAP) février, 91p.
- **Nahal, I. (2004).** La désertification dans le monde. Edition Harmattan, Paris.
- **Nedjraoui, D. (2006).** La recherche scientifique, un moyen de lutte contre la désertification. International Policy Imperative, 231.
- **Neffar, S., Beddiar, A., Redjel, N. & Boukheloua, J. (2011).** Effets de l'âge des plantations de figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) sur les propriétés du sol et la végétation à Tébessa (zone semi-aride de l'est algérien). *Ecologia mediterranea*, 37(1), 5-15.
- **Neffar, S., Chenchouni, H., Beddiar, A. & Redjel, N. (2013).** Rehabilitation of Degraded Rangeland in Drylands by PricklyPear (*Opuntia ficus-indica* L.) Plantations: Effect on Soil and Spontaneous Vegetation. *Ecologia Balkanica*, 5(2).
- **Ozer, P., Hountondji, Y., Niang, A. J., Karimoune, S., LaminouManzo, O., & Salmon, M. (2010).** Désertification au Sahel: historique et perspectives. *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, 54 : 69-84.
- **Padilla, FM. & Pugnaire, FI. (2006).** The role of nurse plants in the restoration of degraded environments. *Frontier in Ecology and Environment*, 4(4):196–202.
- **Prieto L.H., Bertiller M.B., Carrera A.L. & Olivera N.L. (2011).** Soil enzyme and microbial activities in a grazin gecosystem of Patagonian Monte, Argentina. *Geoderma*, 162 : 281-287.
- **Ren, H., Yang, L. & Liu, N. (2008).** Nurse plant theory and its application in ecological restoration in lower subtropics of China. *Progress in Natural Science*, 18(2) : 137-142.
- **Safriel, U.; Adeel, Z.; Nie meijer, D.; Puigdefabregas, J.; White, R.; Lal, R.; Winslow, M.; Ziedler, J.; Prince, S.; Archer, E.; King, C.; Shapiro, B.; Wessels, K.; Nielsen, T.; Portnov, B.; Reshef, I.; Thonell, J.; Lachman, E.; McNab, D.; El Kassas, M. & Ezcurra, E. (2005).** Chapitre 22: Dryland Systems. In *Ecosystems and Human Well -Being: Current State and Trends*, R. Hassen et R. Scholes, eds. (Washington D.C.: Is land Press), pp . 623- 662.

Références bibliographiques

- Salem, H. B. ; Nefzaoui, A. & Salem, L. B. (2004). Spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) and old man saltbush (*Atriplex nummularia* L.) as alternative supplements for growing Barbarine lambs given straw-based diets. *Small Ruminant Research*, 51(1), 65-73.
- Traoré, S.; Thiombiano, L.; Rasolodimby Millogo, J. & Guinko, S. (2007). Carbon and nitrogen enhancement in Cambisols and Vertisols by *Acacia* spp. In eastern Burkina Faso: relation to soil respiration and microbial biomass. *Applied Soil Ecology*, 35 : 660-669.
- Walkley, A. & Black , A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposal modification of the chromic acid titration method. *Science*, Volume 37, p. 29-38.
- Yang, L. ; Liu, N. ; Ren, H. ; & Wang, J. (2009). Facilitation by two exotic *Acacia*: *Acacia auriculiformis* and *Acacia mangium* as nurse plants in South China. *Forest Ecology and management*, 257(8) : 1786-1793.

Annexes

Annexe : données climatique de Tébessa (1972-2018)

Tableau 1: moyennes mensuelles des températures de Tébessa (1972-2018)

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
1972	5,6	7,4	10	9,8	14,3	21,4	24,1	23,2	19,8	13,7	10,7	5,7	13,81
1973	4,4	4,8	5,6	10,5	19,9	23,1	26,9	23,6	21,7	17,1	9,3	6,3	14,43
1974	6,2	6,4	9,8	10,8	15,6	23,5	23,9	24,1	20,8	13,3	9,1	5,9	14,12
1975	5,9	6	8,5	11,9	16,4	21,3	25,4	23,2	22,7	14,2	9,2	7,4	14,34
1976	5,2	6,6	7,4	11,8	16	20	23,6	23,8	19,9	15,4	7,8	8,2	13,81
1977	8	9,8	11,8	12,9	17,5	21,8	27,8	24,6	19,8	16,6	11	7,9	15,79
1978	5,1	9,8	9,2	12,7	17	23	25,5	24,6	20,4	12,6	7,9	9,8	14,80
1979	9,8	8,6	10,5	10,2	16,7	22	26,1	25,2	18,8	17,6	8,4	7,4	15,11
1980	5,8	7,3	9	10,3	14,9	22,4	24,9	25,7	21,7	14,2	11	4,5	14,31
1981	3,9	6,3	12,4	15,2	19	23,3	24,5	24,1	20,7	17,3	9,2	9,7	15,47
1982	7,7	7,4	9,2	11,8	17	24,2	28	25,9	21,5	15,9	10,8	5,7	15,43
1983	4,7	6,7	9,3	15,3	18,9	22,5	27,1	26	21,6	15	12,2	7,2	15,54
1984	6,1	6	8,5	13	17	23,1	26,1	25,1	20,6	14,5	12	6,4	14,87
1985	5,4	10,4	8,3	14,2	16,9	25,1	27,7	25,6	20,4	15,7	13	8	15,89
1986	6,3	8,1	9,4	13,7	19,9	22	25	26,8	21	16,6	10,2	6,4	15,45
1987	6,3	7,7	8,8	14,3	16,7	24,3	26,7	27,9	23,6	19,3	10,7	10,5	16,40
1988	8,2	7,4	9,9	14,8	20,5	22,5	28	26,7	20,6	18,2	11,6	5,8	16,18
1989	5,4	7,2	11,5	13,7	18,2	20,9	25,6	26,1	22,2	15,5	13,4	10,7	15,87
1990	6,1	10,4	10,4	12,7	17,2	25,1	24,9	22,5	24,1	20	11,5	5,5	15,87
1991	5,5	6,8	11,6	10,4	14,2	21,9	26,3	25,6	21,8	16,7	10,6	5,5	14,74
1992	4,7	6,7	9,4	11,8	16,3	20,9	23,9	25,7	21,9	18	12,1	7,8	14,93
1993	5,2	5,6	8,7	13,9	19,2	24,8	26,8	27	22,3	19,1	11,1	7,7	15,95
1994	7,5	8,91	11,9	11,8	21,9	24,2	27	28,6	23,6	16,7	13,2	8,1	16,95
1995	5,7	10,3	9,2	12,7	20,1	22,9	27,1	24,6	21,1	16,3	11,3	9,8	15,93
1996	9,1	6,3	10,1	12,4	18,2	20,8	25,9	26,6	20,3	15	12,4	10,2	15,61
1997	8,7	9,3	9,3	12	20,4	26,6	27,5	25,2	20,5	17	11,8	8,5	16,40
1998	7,2	8,2	9,8	15,1	17,7	24,6	27,8	25,7	23,2	15	10,2	6,3	15,90
1999	7,1	5,8	10,2	14,9	22,1	25,8	26,2	28,9	23,6	19,2	11,1	7,1	16,83
2000	4,1	7,8	11,7	16,1	21	22,4	27,5	26,8	22,1	15,9	12,8	9,4	16,47
2001	8	7,5	15,6	14	19,6	25	28,4	27,1	22,3	21,1	11,8	6,8	17,27
2002	6,3	9	12,5	15	19,4	25,1	26,6	24,9	21,2	17,8	12,2	8,8	16,57
2003	6,9	6,1	10	14,1	18,9	25,2	29,2	27,4	21,5	19,6	12,3	7	16,52
2004	6,9	9,6	11,2	12,8	15,9	22,4	26,2	27	20,8	20,5	10,2	8,1	15,97
2005	4,5	4,9	11,2	14,2	21,1	23,7	28,5	25,9	21,6	17,8	12,1	6,5	16,00
2006	4,9	7,2	11,8	16,6	21,3	24,8	26,5	25,9	21,4	19	12,1	7,9	16,62
2007	8,8	9,2	9,7	13,5	18,5	25,3	26,5	26,7	22	17,6	10,5	6,9	16,27
2008	7	8,3	10,9	15,5	19,3	23,4	28,7	27,2	22,2	16,9	10,1	6,3	16,32
2009	11	6,4	9,7	11,5	19	24,2	28,7	26,8	21	15,7	12,4	10,7	16,43
2010	8,3	10,1	13,1	15,9	17,4	24	27,2	27,1	21,7	16,8	11,9	8,8	16,86
2011	7,6	6,4	9,5	14,8	17,4	22,4	27,5	27	23,5	15,7	12,3	7,9	16,00

2012	5,9	4,1	10,5	14,4	19,3	27,1	28,8	28,8	22,4	19,3	14,2	8,8	16,97
2013	7,2	6,7	12,9	15,7	18,8	23,1	27	25,4	22,6	21,3	10,9	7,2	16,57
2014	7,8	8,9	8,7	15,2	19	23,6	27,4	28,3	24,6	19,1	14	7,9	17,04
2015	6,4	5,9	9,8	15,1	20,15	22,7	27,05	26,2	22,05	18,15	11,65	8,25	16,11
2016	8,85	10,3	10,8	17,4	19,45	23,9	26,6	25,25	21,45	19,6	12,3	9	17,08
2017	5,4	9,75	12,15	13,45	20,85	25,35	32,35	28,1	22	15,7	10,7	6,8	16,88
2018	8,6	7,45	12,55	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Moy	6,62	7,61	10,30	13,48	18,39	23,43	26,76	25,97	21,67	17,03	11,24	7,68	15,84

Tableau 2: moyennes mensuelles des précipitations (mm) Tébessa (1972-2018)

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Cumul
1972	71,9	25,1	34,9	95	26,4	47,7	11,1	8,4	36,9	99,3	11,2	34,9	502,8
1973	46	42,7	171,1	31,3	44,7	65,5	5,3	36,4	16,3	12,9	6	94,4	572,6
1974	14	28,3	29,3	50,2	10,4	24,8	4,5	12,1	27,1	37,9	18,5	14,2	271,3
1975	23,4	67,8	33,6	21,6	66,6	0	25,4	23,7	26,1	11	74,3	6,2	379,7
1976	22,4	38,2	49,1	32,4	25,8	59	27,3	39,3	25,1	23,1	134,5	10,3	486,5
1977	14,7	66	45,1	40,4	38,2	9,1	15	19,4	11,2	3,3	46,7	3,9	313
1978	3,9	54,7	102,5	23	23,9	3,9	0	50,1	5,4	26	20,4	3,6	317,4
1979	10,3	44,6	40,3	89,4	22,7	27,7	0	11,7	116,1	18,5	21,3	1,7	404,3
1980	33,7	29,8	76,8	28,1	41	4,3	2	3,4	65,8	3,7	24,1	47,5	360,2
1981	13,4	18,8	24,1	11,7	35,8	72,4	3,6	4,1	37,3	23	1,9	15,3	261,4
1982	21,8	45,6	12,4	56,2	80,1	8,5	3,7	15,5	12	58,5	50,3	24,7	389,3
1983	2,8	7,3	18,1	5,7	30,4	42,7	0,7	31,5	3,9	31,7	17,9	12,2	204,9
1984	18,9	92,4	24	24,1	4,3	6,8	0,2	15,4	27,2	26,2	19,1	51	309,6
1985	25,7	11,3	54,5	26,4	65,2	27,2	2,4	6	50,8	23,1	3,5	13,5	309,6
1986	31,1	14,3	83,1	2,5	35,8	15,2	51	13,1	24,4	28,7	44,7	20,7	364,6
1987	10,2	27,4	62,6	13,2	25,1	4,2	33,7	5	15,5	18,7	33,8	9,2	258,6
1988	23,7	4,2	35,8	31,6	55,6	62,1	8,3	6,5	21,4	20,6	35,1	35,4	340,3
1989	18,3	17,4	14	16,3	8,4	57,3	8,7	99,3	44,6	12	10,8	8,7	315,8
1990	83	0,2	34,8	43,1	66,9	17,1	15,2	136,6	53,3	22,4	99,8	64,9	637,3
1991	30,3	12,8	54	43	67,8	14,4	6,4	65,6	74,7	34,4	44,3	14,2	461,9
1992	34	29,9	24,3	43,6	82	23,2	13,4	4,5	51,2	28,4	61,6	48,4	444,5
1993	9,3	27,9	21,4	2,6	31,1	12,8	20,1	1,8	22,7	3,8	16,8	28,7	199
1994	31	23,9	19,4	23,3	41	2,4	4,5	11	7,2	66,8	0,6	6,8	237,9
1995	24,7	3	32,3	22,1	7,4	37,9	1,7	44,1	149,7	39,7	26,6	18,2	407,4
1996	24,9	72,9	56,3	49,8	30,2	38,9	13,2	30	12,4	4,1	1,2	15	348,9
1997	31,6	7,1	18,9	46,8	16,1	10,3	20,2	23,7	64	72,5	45,2	21,5	377,9
1998	22,3	10,2	28,7	29,2	16,7	31	0	15,2	78,6	36,2	55,1	14,5	337,7
1999	56,4	11,7	45,6	15,4	30,9	16,9	18,9	33,7	22,1	81,5	64,6	34,5	432,2
2000	3,7	4,1	10	14,7	86,5	76,4	21,6	18,8	51	18,3	17	13,7	335,8
2001	27,1	15,8	15,1	2,7	49,3	2,4	7,6	1,4	55	1,7	23,3	7,1	208,5
2002	17	11,8	5,2	29	40,6	13,3	58	84,7	36,5	38	76,4	30,3	440,8
2003	100,4	38,9	18	97,8	29,2	9,5	2,8	12,1	7,2	45,5	17,5	168,4	547,3
2004	20,6	3,2	72,6	29,4	39,4	91,6	16,4	44	19	26	117	66,9	546,1
2005	29,2	34	24	20,4	1,2	31,5	1,4	46,6	33,3	94,1	31,6	77,3	424,6
2006	34,9	14,4	5,5	43,6	37,6	26,9	8,4	26	6,4	12	3,7	63,2	282,6
2007	5,2	11	61	59,1	16,8	98,2	30,2	54,4	49,7	15,4	9,3	28,7	439
2008	6,1	7	36,4	28	67,4	12,9	4,3	18,7	84,9	52	12,8	47,1	377,6
2009	76,9	11,6	26,7	111,9	65,9	0	23	12,7	96,7	2	2	7	436,4
2010	38,7	3,1	13,1	79,3	35	25,9	20,2	2,4	77	17	55,1	5,5	372,3
2011	26,5	66,7	60,6	43,4	47,2	28,4	54,2	10,2	3	86,1	34	8,9	469,2

2012	46,4	57,2	39,4	24,1	27,8	2,1	3,5	35,5	41	51,9	13,2	2,6	344,7
2013	20,1	8,6	25	33,4	9	0,7	14,8	26,5	46,8	38,7	40	38,4	302
2014	38,7	48,4	27,9	2,3	19,9	29	22,5	8,7	49,3	7,1	43,2	39,5	336,5
2015	30,4	66,7	42,7	1,3	20,7	66	38,4	72,4	45,8	30,3	55,9	0	470,6
2016	13,4	4,3	32,3	18,1	37,7	2,7	0,8	13,6	30	49,3	18,7	65,8	286,7
2017	23,4	8,7	10,5	46,7	32,8	17,6	14,3	10	41,2	49	32,8	8,6	295,6
2018	0,7	73,2	20,3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Moy	27,94	28,17	38,16	34,85	36,84	27,79	14,32	27,52	40,80	32,66	34,64	29,42	373,11