



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Echahid Cheikh Larbi Tebessi-Tébessa



Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Etres Vivants

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Science de la Nature et de la Vie (SNV)

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie

Thème:

Effets des actions d'aménagement sur la restauration des
parcours steppiques de la région de Tébessa

Présenté par :

MELLAL Imen

Devant le jury

Dr DJELLAB Sihem	MCA	Univ. Tébessa	Présidente
Mme MACHEROUM Amale	MAA	Univ. Tébessa	Promotrice
Dr BENARFA Noudjoud	MCB	Univ. Tébessa	Examineur

Date de soutenance : 11 Juin 2023

Note : /20

REMERCIEMENTS

Avant tout, je remercie Dieu Tout-Puissant qui m'avoit donné la force et la foi, et m'avoit permis d'atteindre ce stade.

En premier lieu, je tiens à remercier Madame **MACHEROUM Amale**, Maitre de conférences à l'Université de Tébessa (Tébessa), qui m'a encadré tout au long de ce mémoire.

Mes vifs remerciements s'adressent à Madame **DJELLAB Sihem**, Maitre de conférences à l'Université de Tébessa (Tébessa), pour m'avoit fait l'honneur d'accepter de juger ce travail et de présider le jury.

J'exprime ma gratitude à Madame **BENARFA Noudjoud**, Maitre de conférences à l'Université de Tébessa (Tébessa), qui a bien voulu être examinatrice de ce travail.

Je remercie vivement Madame **SAYADA Nardjis**, Ingénieur des laboratoires à l'Université Larbi Tébessi (Tébessa), Pour sa participation aux analyses de sol et ses conseils.

Mes remerciements à mon frère **Mellal chaabane** pour son aide au niveau du terrain.

Je tiens à remercier aussi tout le personnel de l'HCDS (Haut-Commissariat au Développement Steppique), de la Wilaya de Tébessa qui nous a aimablement accueillies pour nous avoit tous les informations sur la mise en repos.

Imen

TABLE DES MATIERES

Table des matières

Remercîment

Liste des figures

Liste des abréviations

Résumé

INTRODUCTION..... 1

Chapitre I : matériels et méthodes

I- MATERIELS ET METHODES 3

1.1. Zone d'étude et sites d'échantillonnage 3

1.2. Echantillonnage..... 5

1.3. Analyses physico-chimiques du sol 6

1.3.1. Granulométrie 6

1.3.2. Humidité du sol..... 6

1.3.3. PH (eau) 7

1.3.4 Conductivité électrique 7

1.3.5 Calcaire total (CT%) 8

1.3.6 Calcaire actif (CA%)..... 8

1.3.7. Matière organique (MO%)..... 8

1.4 Analyses statistiques 8

Chapitre II : résultats

II- RESULTATS 11

2.1. Classification de la texture du sol 11

2.2. Effet de la mise en repos sur les caractères physicochimiques du sol.....	12
2.2.1. Potentiel hydrogène « pH _{eau} »	12
2.2.2. Humidité du sol	13
2.2.3. Conductivité électrique du sol	13
2.2.4. Calcaire total et actif du sol	14
2.2.5. Carbone et matière organique	16
2.2.6. Argile et limon et sable	17
2.3. Relations entre les paramètres du sol.....	19

Chapitre III : discussion et conclusion

III. DISCUSSION & CONCLUSION	22
Conclusion.....	24
Références bibliographiques	26
Annexe.....	31

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Situation géographique de la zone d'étude (A) sur la carte de Tébessa (B) (extrait de la carte administrative au 1/200 000) et de l'Algérie (C).....	3
Figure 2 : Localisation de la station d'étude sur le climagramme d'Emberger ..	4
Figure 3 : Diagrammes Ombrothermiques de la zone d'étude évalués selon les données climatiques de la station météorologique de Tébessa.....	4
Figure 4 : Steppe aménagée et dominée par <i>Stipa tenacissima</i> (MD) (A), steppe dégradée d'alfa et des annuelles (HMD) (B).	5
Figure 5 : Triangle américain de la texture (A) et le test du bocal d'eau (B).....	6
Figure 6 : Les échantillons de sol dans une étuve à 105 °C.....	7
Figure 7 : PH-mètre.....	7
Figure 8 : Conductimètre	8
Figure 9 : Triangle de texture du sol (selon la classification USDA) des deux parcours steppiques libre et aménagé.....	12
Figure 10 : Box-plots montrant l'effet de la mise en repos sur le potentiel hydrogène « pH eau » dans les parcours aménagés (MD) et les parcours libres (HMD) de la partie ouest de la région de Tébessa	13
Figure 11 : Box-plots montrant l'effet de la mise en repos sur l'humidité (%) dans les parcours aménagés (MD) et les parcours libres (HMD) de la partie ouest de la région de Tébessa	13
Figure 12: Box-plots montrant l'effet de la mise en repos sur la conductivité électrique du sol ($\mu\text{mhos/cm}$) dans les parcours aménagés (MD) et les parcours libres (HMD) de la partie ouest de la région de Tébessa.	14
Figure 13 : Box-plots montrant l'effet de la mise en repos sur le calcaire total du sol (%) dans les parcours aménagés (MD) et les parcours libres (HMD)	15

Figure 14 : Box-plots montrant l'effet de la mise en repos sur le calcaire actif du sol (%) dans les parcours aménagés (MD) et les parcours libres (HMD) de la partie ouest de la région de Tébessa (Haute plaines orientales d'Algérie..	16
Figure 15 : Box-plots montrant l'effet de la mise en repos sur le carbone du sol (%) dans les parcours aménagés (MD) et les parcours libres (HMD) de la partie ouest de la région de Tébessa (Haute plaines orientales d'Algérie.	16
Figure 16 : Box-plots montrant l'effet de la mise en repos sur la matière organique du sol (%) dans les parcours aménagés (MD) et les parcours libres (HMD) de la partie ouest de la région de Tébessa (Haute plaines orientales d'Algérie.....	17
Figure 17 : Box-plots montrant l'effet de la mise en repos sur les taux d'argile, du limon et du sable (%) dans les parcours aménagés (MD) et les parcours libres (HMD) de la partie ouest de la région de Tébessa (Haute plaines orientales d'Algérie.....	18
Figure 18 : Matrice de corrélation montrant les interrelations entre les paramètres du sol des parcours steppiques libres (HMD) de Bedjene dans la région de Tébessa, au nord-est de l'Algérie.	19
Figure 19 : Matrice de corrélation montrant les interrelations entre les paramètres du sol des parcours steppiques aménagé (MD) de Bedjene dans la région de Tébessa, au nord-est de l'Algérie	20

LISTE DES ABREVIATIONS

MD	Mise en défens
HMD	Hors mise en défens
CE	Conductivité électrique
PL	Parcours libre
PA	Parcours aménagé
a.a	Lettres identiques / différence non significative
a.b	Lettres différentes différence significative
C	Carbone
MO	Matière organique
CT	Calcaire total
CA	Calcaire actif
Q2	Indice pluviométrique d'Emberger
CMT	Centre météorologique de la station de Tébessa

Résumé

Les steppes en Algérie occupent une superficie de 20 millions hectares, mais elles ont été soumises à une dégradation continue due à l'activité humaine et à la sécheresse. Nous avons choisi deux types de steppes comme sites d'échantillonnage basés sur l'exclusion du pâturage dans la commune de « Bedjene » située à l'ouest de Tébessa, dans la partie est de l'Algérie.

Nous avons orienté notre travail selon nos objectifs : analyse et comparaison de manière simultanée entre les paramètres physicochimiques du sol, à l'intérieur et à l'extérieur d'une mise en repos.

En adoptant un échantillonnage subjectif, 30 relevés phytoécologiques ont été menés au cours de l'année 2023. Nous avons réalisé les analyses du sol suivant : Granulométrie, Humidité, Ph(eau), Conductivité électrique, calcaire total et actif, carbone et matière organique.

Ces analyses montrent qu'il y a des différences significatives entre les paramètres physicochimiques du sol entre les deux parcours (MD et HMD) et que: la texture de la mise en défens est limono-sableuse et hors de la mise en défense est de texture sablo-limoneuse avec un Ph (eau) alcalin et pauvre en matière organique.

Après cette étude, nous avons conclu que la mise en repos, reste le meilleur moyen d'aménagement des parcours dégradés, car cette technique est moins coûteuse et plus efficace pour restaurer la végétale originale de ces steppes et son habitat.

Mots clés : *Steppe, paramètres physicochimiques du sol, exclusion du pâturage, dégradation, alfa.*

Abstract

The steppes in Algeria occupy an area of 20 million hectares, but they have been subject to continuous degradation due to human activity and drought. We chose two types of steppes as sampling sites based on the exclusion of grazing in the commune of "Bedjene" located west of Tébessa, in the eastern part of Algeria.

We have oriented our work according to our objectives: simultaneous analysis and comparison between the physicochemical parameters of the soil, inside and outside resting.

By adopting subjective sampling, 30 phytoecological surveys were carried out during the year 2023. We carried out the following soil analyses: Granulometry, Humidity, Ph (water), Electrical conductivity, total and active limestone, carbon and organic matter.

These analyzes show that there are significant differences between the physico-chemical parameters of the soil between the two courses (MD and HMD) and that: the texture of the sheltering is sandy-loamy and outside the sheltering is of sandy-loamy texture with an alkaline Ph (water) and poor in organic matter.

After this study, we concluded that resting remains the best way to develop degraded rangelands, because this technique is less expensive and more effective in restoring the original vegetation of these steppes and its habitat.

Keywords: *Steppe, soil physicochemical parameters, exclusion from grazing, degradation, alfa.*

ملخص.

تحتل السهوب في الجزائر مساحة 20 مليون هكتار ، لكنها تعرضت للتدهور المستمر بسبب النشاط البشري والجفاف. اخترنا نوعين من السهوب كمواقع لأخذ العينات على أساس استبعاد الرعي في بلدية "بدجين" الواقعة غرب تبسة في الجزء الشرقي من الجزائر.

لقد وجهنا عملنا وفقاً لأهدافنا: التحليل المتزامن والمقارنة بين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة، داخل وخارج المحمية.

من خلال اعتماد على العينات الذاتية، تم إجراء 30 مسحاً بيئياً نباتياً خلال عام 2023. أجرينا تحليلات التربة التالية: قياس الحبيبات، والرطوبة، ودرجة الحموضة (الماء)، والملوحة، والحجر الجيري الكلي والنشط، والكربون والمواد العضوية.

تظهر هذه التحليلات أن هناك اختلافات كبيرة بين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة بين MD و HMD وأن نسيج رملي - طفيلي وخارجه مصنوع من نسيج رملي طيني مع درجة الحموضة القلوية (ماء) وضعيف في المادة العضوية.

بعد هذه الدراسة ، توصلنا إلى أن الراحة تظل أفضل طريقة لتطوير المراعي المتدهورة ، لأن هذه التقنية أقل تكلفة وأكثر فاعلية في استعادة الغطاء النباتي الأصلي لهذه السهوب وموائلها.

الكلمات المفتاحية: السهوب ، العوامل الفيزيائية والكيميائية للتربة ، الاستبعاد من الرعي ، التدهور ، الحلفاء.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Au cours de ces dernières décennies l'alfa a subi une dégradation avancée, principalement causé par l'activité humaine (Macheroum et Kadik, 2015 ; Belala et *al.*, 2018). Le surpâturage reste le premier responsable à la disparition d'une « mer » d'alfa (Aidoud et Touffet, 1996), surtout, s'il est couplé à l'extension des cultures pluviales (Macheroum et Chenchouni, 2022).

Dans les steppes des hautes plaines algériennes, l'alfa (*Stipa tenacissima L.*) est une espèce vivace d'origine méditerranéenne couvre une vaste étendue (Macheroum et Chenchouni, 2022). Elle joue généralement le rôle de « clef de voûte » au sein de son écosystème (Kadi-Hanifi, 1998 ; Jeddi et Chaieb, 2010 ; Merdas et *al.*, 2021) ; Agissant comme une barrière biologique contre l'avancée du désert, cette protection s'effectue grâce à son système racinaire très développé, qui à son tour, il assure une meilleure stabilisation et protection du sol (Moulay et *al.*, 2012) contre l'érosion.

Pour vérifier l'influence de la mise en repos sur la récupération de quelques paramètres édaphiques du sol des steppes alfatières, nous avons comparé ces paramètres dans deux sites (parcelles); un exposé au pâturage libre (HMD) et l'autre aménagé (MD). Les résultats de cette étude permettent de retenir que la mise en repos a provoqué une variation statistique significative sur la majorité des paramètres physicochimiques du sol dans les deux parcours (HMD ou MD) (Neffar et *al.*, 2013 , 2015 , 2018).

Cette étude est menée par les chapitres suivants : Le premier chapitre comprend la méthodologie adoptée pour réaliser; le deuxième parle des résultats obtenus et le dernier inclut la discussion et la conclusion générale.

CHAPITRE I :

MATERIELS & METHODES

I- MATERIELS ET METHODES

Récemment, le milieu édaphique de l'écosystème steppique a connu un déclin et une modification de ses caractéristiques et de sa fertilité, cela est dû à la détérioration du couvert végétal, en raison de l'influence de l'homme et le surpâturage.

Cette étude a pour objectif d'analyser et comparer d'une manière synchronique, l'intérieur et l'extérieur de la mise en repos et à partir de l'état du milieu édaphique ou édaphotope (paramètres physicochimiques du sol).

1.1. Zone d'étude et sites d'échantillonnage

La zone d'étude «Bedjene» est située à 59 Km à l'ouest de la région de Tébessa (Est algérien (fig.1)), avec des coordonnées géographiques ($35^{\circ} 20' 56''$ Nord, $7^{\circ} 28' 18''$ Est, altitude : 1 089 m *a.s.l.*), elle couvre une surface de 13 200 hectares (132,00 km²). Les données climatiques de Tébessa (1972-2019) indiquent un climat méditerranéen semi-aride frais (l'indice pluviométrique d'Emberger $Q_2 = 38.12$) (fig.2), le mois septembre est le plus humide (40,93 mm) et le mois juillet est le plus sec (14,95 mm), le total pluvial annuel était variable (coefficient de variation, CV= 27%), avec une moyenne de 371 mm/an. La température moyenne maximale du mois juillet était de 35°C et la température moyenne minimale du mois janvier le plus froid était de 1,7°C. Deux saisons sont remarquables chaque année, une saison sèche et chaude (mai-octobre) et une autre humide et froide (novembre-avril) (CMT, 1972-2019) (fig.3).

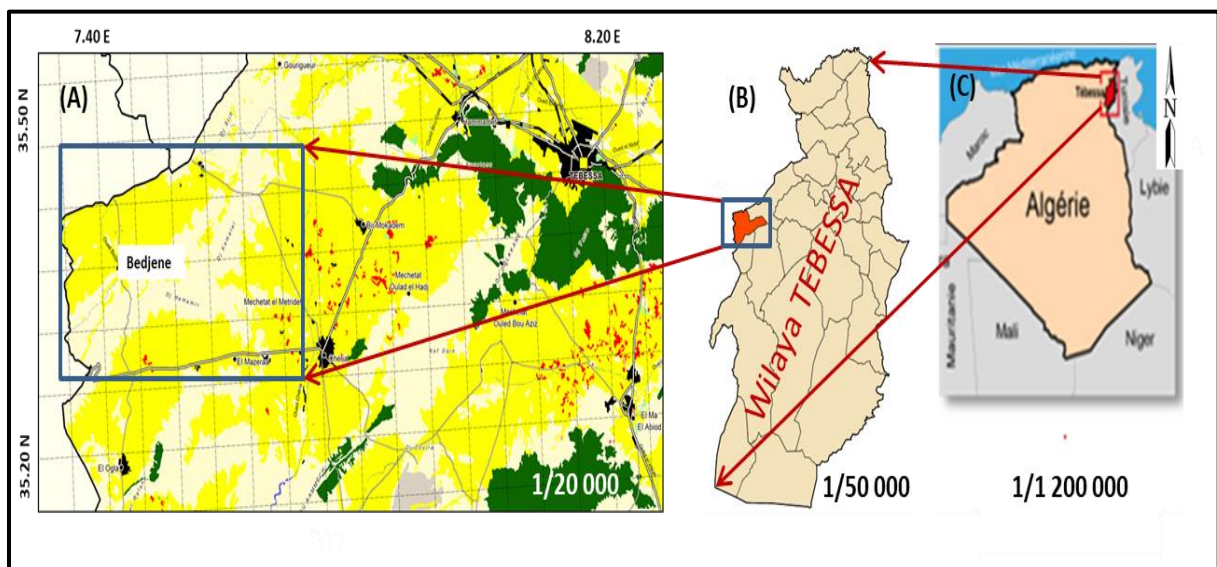


Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude (A) sur la carte de Tébessa (B) (extrait de la carte administrative au 1/200 000) et de l'Algérie (C) (I.N.S.I.D, 2011).

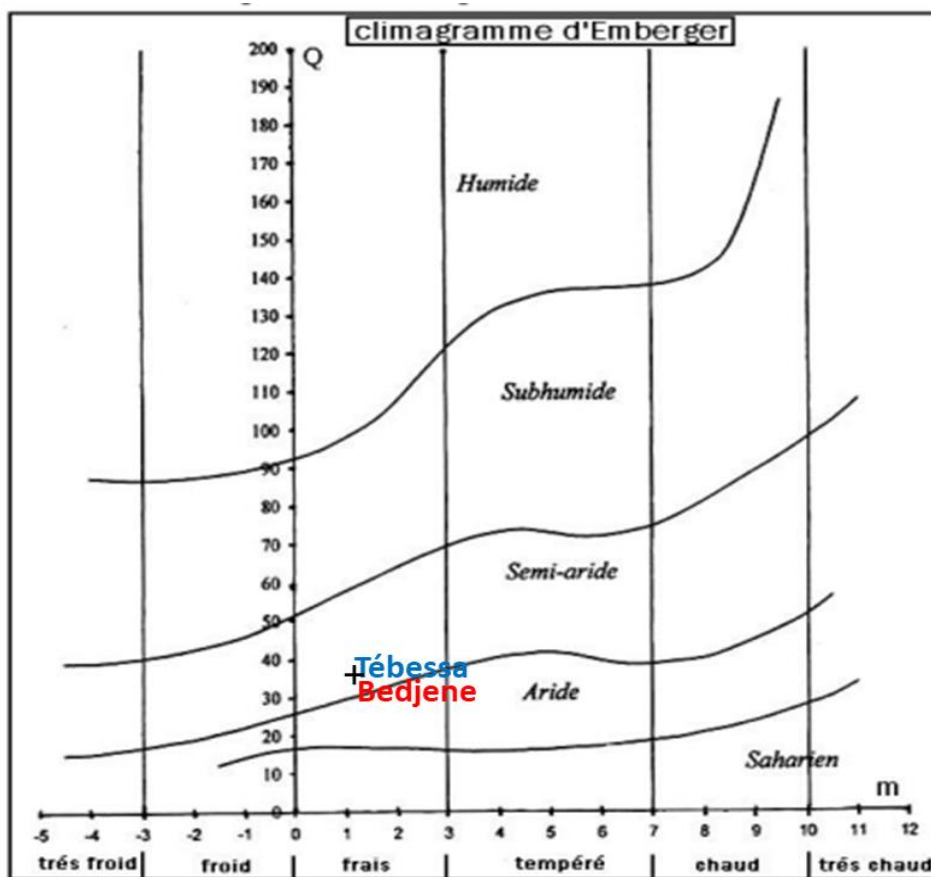


Figure 2 : Localisation de la station d'étude sur le climagramme d'Emberger (1955)

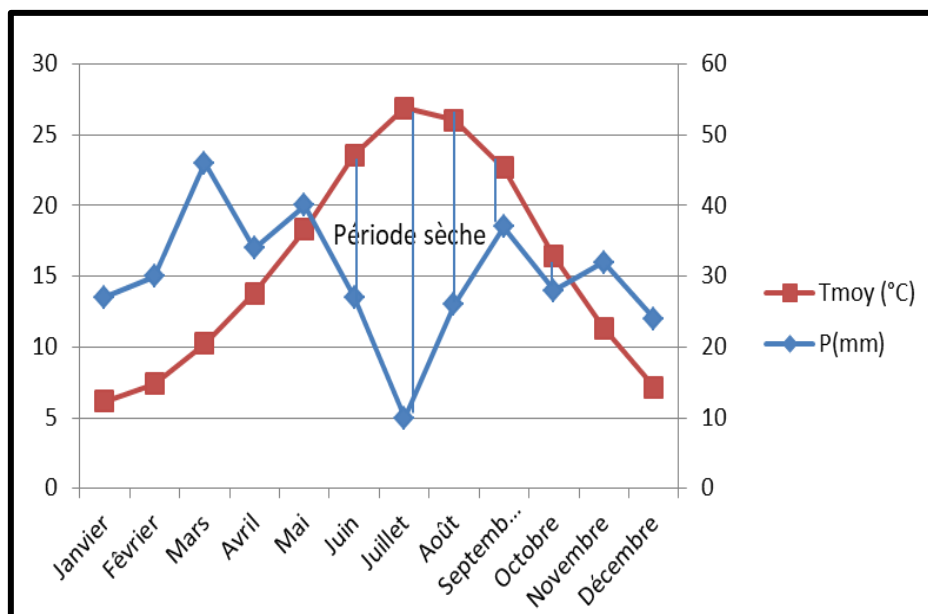


Figure 3 : Diagrammes Ombrothermiques de la zone d'étude évalués selon les données climatiques de la station météorologique de Tébessa durant la période (CMT, 1972-2019).

Deux sites (MD et HMD) sont retenus pour mener nos analyses, localisés à l'ouest de Tébessa (Bedjene) ; semblable des points de vue climatiques, édaphiques et floristiques (Gamoun, 2013).

Site n°1 : (35°17'12.4"N 7°25'42.2"E, altitude : 1200 à 1300 m a.s.l.), il s'agit d'une steppe d'alfa (*Stipa tenacissima* L.) avec un terrain de 400 Ha placé en mise en repos en 2003 (nommée mise en défens Elbasbas), a été mise sous pâturage aménagé à partir de 2007 (6 ans de repos) (fig.4, Photo.A).

Site n°2 : (35°17'14.9"N 7°25'24.2"E, altitude : 1100 à 1200 m a.s.l.) proche du précédent, est une steppe dégradée d'alfa et des annuelles (HMD) (fig.4, Photo.B), cette unité est un parcours libre (HMD).

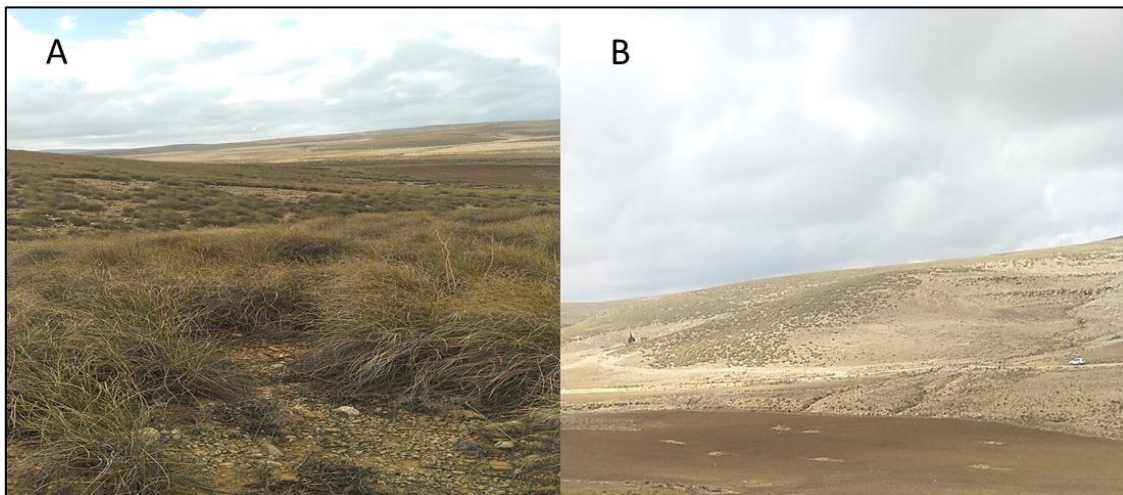


Figure4 : Steppe aménagée et dominée par *Stipa tenacissima* (MD) (A), steppe dégradée d'alfa et des annuelles (HMD) (B) (Photo : Mellal, 2023).

1.2. Echantillonnage

Compte tenu de l'hétérogénéité du milieu étudié et de la discontinuité des formations végétales ; L'échantillonnage subjectif (Gounot, 1969), reste le plus approprié dans notre étude, il consiste en une sélection de sites pour l'échantillonnage, selon l'homogénéité floristique et écologique. L'inventaire de la végétation a été réalisé au début du printemps (février-avril 2023), qui est une période favorable au développement de la végétation.

Nous avons effectué **30** relevés phytoécologiques (végétation et sol) au niveau de la zone d'étude.

La phytoécologie est complétée par les analyses de variables édaphiques (Kadi-Hanifi, 1998). Cette étude portera sur la comparaison entre les caractéristiques physico-chimiques du sol

d'une steppe à alfa aménagée (MD), avec celle exposée au pâturage (HMD). Nous avons procédé des prélèvements de sol à partir des profils pédologique avec une profondeur de 30cm. Trente (30) échantillons de sol ont été séchés à l'air ambiant pendant 10 à 15 jours puis tamisés avec un tamis de 2mm et analysés au Laboratoire des êtres vivants, Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie, université Echahid Cheikh Larbi Tebessi.

1.3. Analyses physico-chimiques du sol

1.3.1. Granulométrie

Pour connaître la texture du sol, nous avons utilisé le test du bocal d'eau (fig B.5); pour estimer la texture du sol selon la méthode (Bruand et Chenu, 1994). La détermination de la texture se fait sur le triangle américain (Duchraufour, 1997) (fig A.5).

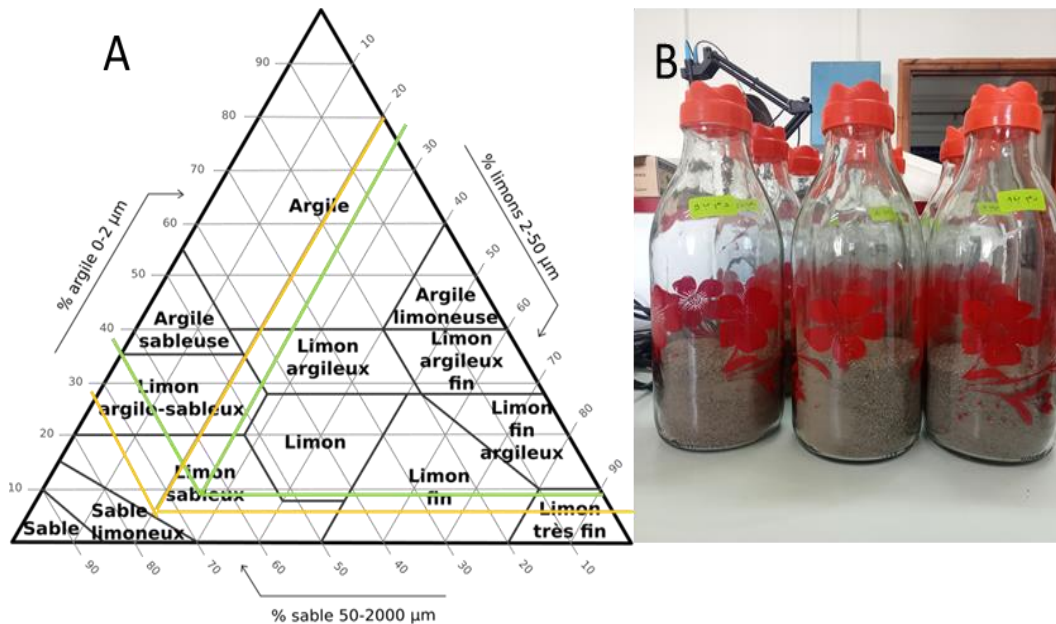


Figure 5 : Triangle américain de la texture (A) et le test du bocal d'eau (B).

1.3.2. Humidité du sol

La méthode consiste à sécher l'échantillon de sol dans une étuve à 105 °C jusqu'à un poids constant (fig. 6). La différence de poids avant et après séchage correspond à la quantité d'eau (Mathieu et Pieltain, 2003).



Figure 6: Les échantillons de sol dans une étuve à 105 °C. (Photo : Mellal, 2023)

1.3.3. PH (eau)

Le pH a été mesuré dans une suspension sol/solution (eau distillée) avec un rapport de 1/5 et on mesure le pH à l'aide d'un pH-mètre (Mathieu et Pieltain, 2003) (fig. 7).



Figure 7 : PH-mètre. (Photo : Mellal, 2023)

1.3.4 Conductivité électrique

La salinité ($\mu\text{mhos/cm}$) a été mesurée dans l'extrait de sol (rapport de sol / eau = 1/5) préparé par agitation pendant 15 min et on mesure la CE avec un conductimètre (Mathieu et Pieltain, 2003) (fig 8).



Figure 8 : Conductimètre. (Photo : Mellal, 2023)

1.3.5 Calcaire total (CT%)

Le dosage de calcaire total (carbonates) se fait par le calcimètre de Bernard (Baize, 2000).

1.3.6 Calcaire actif (CA%)

Le calcaire actif a été dosé par la méthode de Drouineau-Galet il est combiné aux oxalates (Mathieu et Pieltain, 2003)

1.3.7. Matière organique (MO%)

Elle est dosée à partir du taux du carbone organique par la méthode d'Anne (1945). (Matière organique = taux du carbone x 1.724) (Duchraufour, 1997).

1.4 Analyses statistiques

Le logiciel PAST (version. 4.03) (Hammer, 2020) a été utilisé pour comparer les différences entre les paramètres physico-chimiques du sol, dans les deux parcours (MD et HMD).

Les données ont été analysées à l'aide de la procédure ANOVA (analyse des variances) est le test de comparaison multiple dont le but de vérifier si les paramètres correspondant aux différentes modalités d'un facteur sont significativement différents ou non. Un test de Tukey (HSD : honestly significant difference) a été employé pour comparer les moyennes des modalités. Il est possible de déterminer au risque de 5%, s'il y a une différence significative

entre les moyennes ; les statistiques descriptives ont été affichées comme box-plots pour les deux parcours (MD et HMD). De plus, les interrelations entre les paramètres de sol pour chaque parcours ont été étudiées à l'aide de tests de corrélation de Pearson. Les corrélations ont été tracées sous forme de matrices de corrélation à l'aide du package « corrplot » (Macheroum, 2022).

CHAPITRE II :
RESULTATS

II- RESULTATS

La relation entre la végétation et le sol est fondamentale et réciproque, elles décrivent une certaine affinité. Car la détérioration du tapis végétal provoque avec le temps, l'érosion et défrichement du sol (Macheroum et Chenchouni, 2022).

Pour décrire les effets de la mise en repos, sur les paramètres physicochimiques du sol, dans la commune de Bedjene dans la région de Tébessa à l'est algérien. Nous avons effectué une analyse comparative entre les paramètres édaphiques des deux parcours « mise en défens (MD) et hors mise en défens (HMD) ».

2.1. Classification de la texture du sol

La texture de sol dans le parcours libre est de type grossier (Sable-limoneux) ; Alors que le sol du parcours aménagé est de texture moyennement grossière (Limon-sableux) (fig.9).

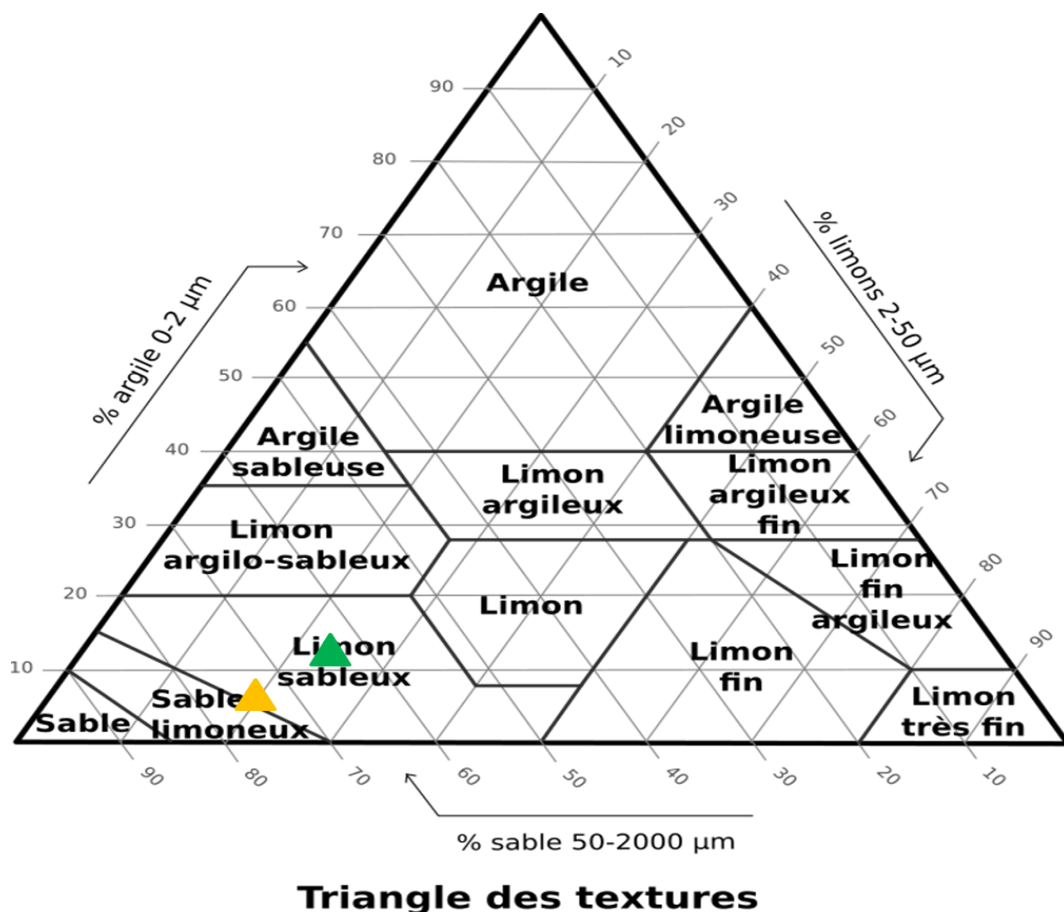


Figure 9 : Triangle de texture du sol (selon la classification USDA) des deux parcours steppiques libre et aménagé. Chaque triangle représente la somme des moyennes des taux d'argile, limon et sable des échantillons de sol (triangle vert : MD, triangle orange : HMD)

2.2. Effet de la mise en repos sur les caractères physicochimiques du sol

L'analyse statistique des relevés pédologiques permet de comparer les moyennes de différents paramètres, tels que : pH (eau) « potentiel hydrogène », humidité, conductivité électrique (salinité), calcaire total et actif, carbone, matière organique et texture du sol (argile, limon et sable).

2.2.1. Potentiel hydrogène « pH eau »

L'analyse de variance (ANOVA) montre une différence significative entre les valeurs moyennes du potentiel hydrogène « pH eau » ($F_{2,032}=11,86$; $P=0,002$), dans les deux parcours « mise en défens (MD) et hors mise en défens (HMD) », (Fig. 10).

Le potentiel hydrogène « pH eau » est significativement plus élevé dans les parcours aménagé ($8,09 \pm 0,17$) comparés avec celui du parcours libre ($7,81 \pm 0,27$) ; il indique que les sols de ces parcours- où existe l'alfa- sont alcalins.

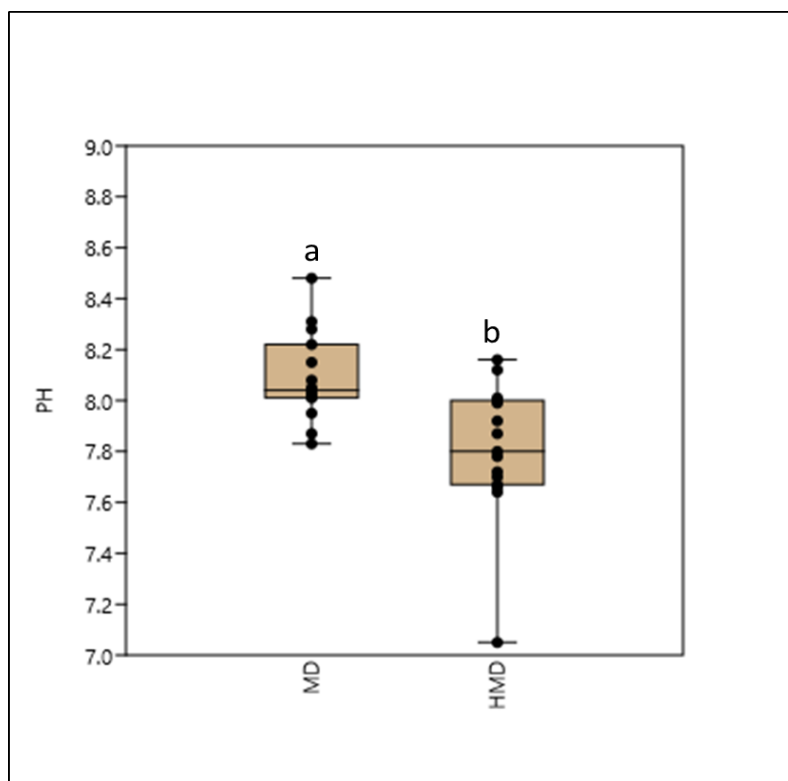


Figure 10 : Box-plots montrant l'effet de la mise en repos sur le potentiel hydrogène « pH eau » dans les parcours aménagés (MD) et les parcours libres (HMD) de la partie ouest de la région de Tébessa (Haute plaines orientales d'Algérie. Des lettres différentes (a,b) indiquent des valeurs moyennes significativement différents (turkey HSD post-hoc test)

2.2.2. Humidité du sol

L'analyse de la variance (ANOVA) et le test de comparaison multiple de Tukey (HSD post-hoc test) montrent des différences significatives pour l'humidité ($F_{3,89} = 30,44$; $P < 0,001$), entre MD et HMD (fig.11).

L'humidité du sol augmente significativement, si l'on passe du parcours libre ($0,48 \pm 0,21$ %) à un parcours aménagé ($1,00 \pm 0,30$ %).

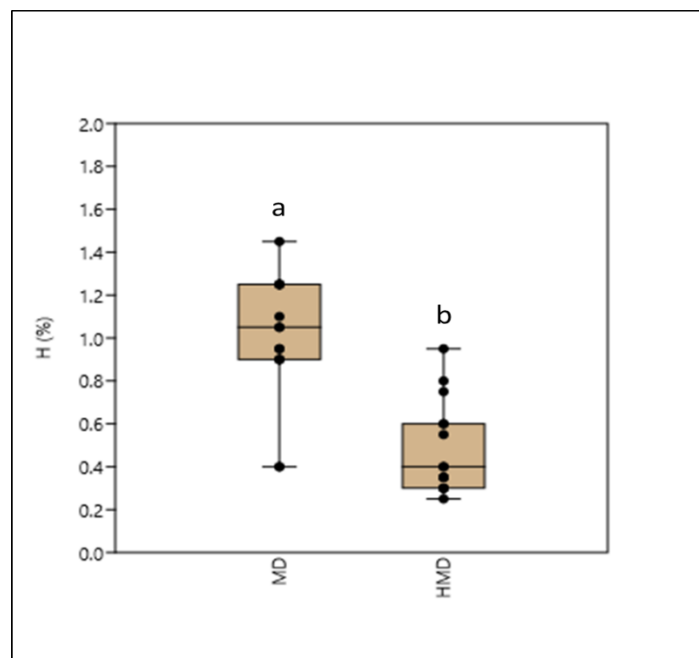


Figure 11 : Box-plots montrant l'effet de la mise en repos sur l'humidité (%) dans les parcours aménagés (MD) et les parcours libres (HMD) de la partie ouest de la région de Tébessa (Haute plaines orientales d'Algérie. Des lettres différentes (a, b) indiquent des valeurs moyennes significativement différents (turkey HSD post-hoc test)

2.2.3. Conductivité électrique du sol

Une différence non significative est déterminée par l'analyse des variances (ANOVA), entre les valeurs moyennes de la conductivité électrique (CE) ($F_{25221} = 2,476$, $P = 0,129 > 0,05$) des deux parcours (MD, HMD).

La conductivité électrique indique que les sols de la zone d'étude sont -généralement- salins. Où les valeurs les plus élevées ont été enregistrées dans le parcours libre ($336,73 \pm 109,88 \mu\text{mhos/cm}$) par rapport à la mise en repos ($284,47 \pm 66,92 \mu\text{mhos/cm}$) (fig.12).

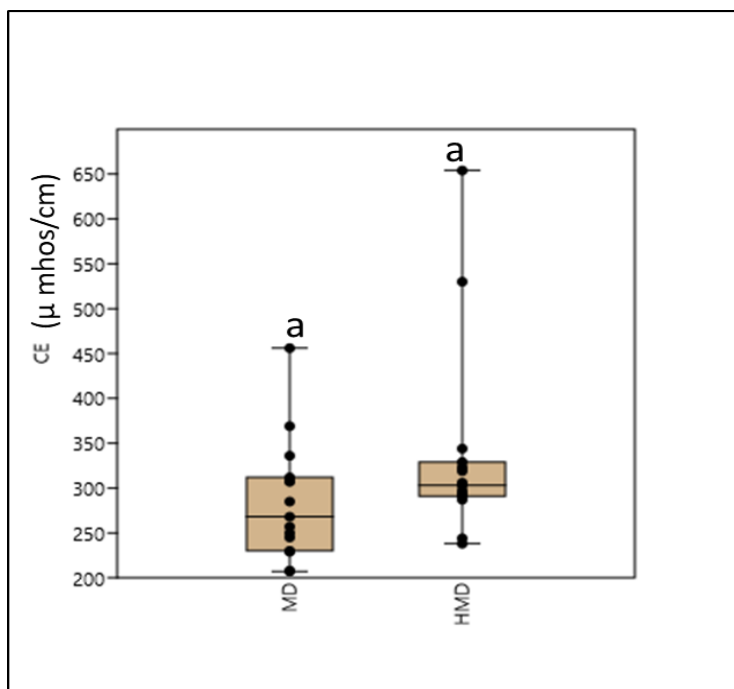


Figure 12 : Box-plots montrant l'effet de la mise en repos sur la conductivité électrique du sol ($\mu\text{mhos/cm}$) dans les parcours aménagés (MD) et les parcours libres (HMD) de la partie ouest de la région de Tébessa (Haute plaines orientales d'Algérie. Des lettres identiques (a.a) indiquent des valeurs moyennes qui ne diffèrent pas de manière significative (turkey HSD post- hoc test)

2.2.4. Calcaire total et actif du sol

L'analyse de variance (ANOVA) montre des différences non significatives entre les valeurs moyennes du calcaire total ($F_{278,69}=4,115$; $P=0,0529>0,05$) (fig.13), par contre, les valeurs moyennes du calcaire actif, dans les deux parcours (PL, PA) ont une différence significative ($F_{5,03}=6,40$; $P=0,01$) (fig .14).

La variation du taux de calcaire total d'un site un autre soit MD ($23,92 \pm 3,07$ %) ou HMD ($21,74 \pm 2,81$ %), signifie que les sols analysés sont moyennement calcaires ; tandis que, la

teneur en calcaire actif est plus importante dans le parcours libre ($1,36 \pm 0,42$ %) que la mise en repos ($1,01 \pm 0,34$ %), mais, ils sont considérés riche en calcaire actif.

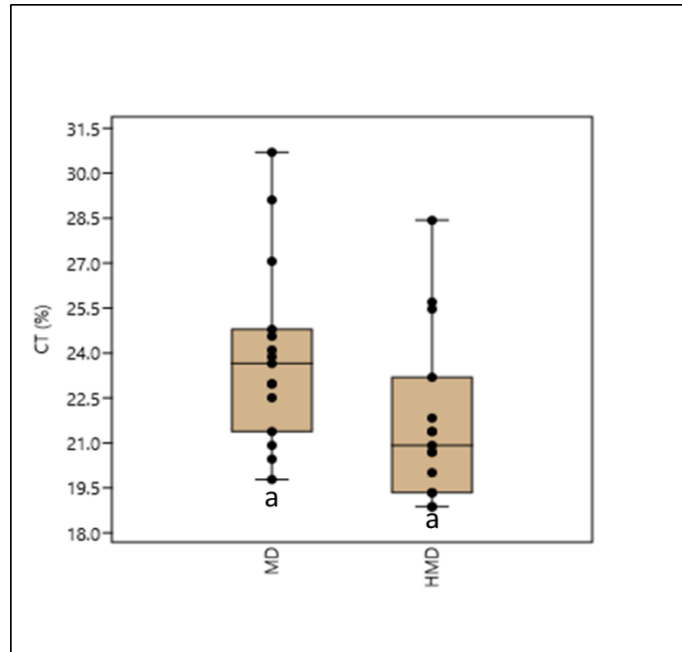


Figure 13 : Box-plots montrant l'effet de la mise en repos sur le calcaire total du sol (%) dans les parcours aménagés (MD) et les parcours libres (HMD) de la partie ouest de la région de Tébessa (Haute plaines orientales d'Algérie. Des lettres identiques (a, a) indiquent des valeurs moyennes, qui ne diffèrent pas manière significative (tukey HSD post -hoc test).

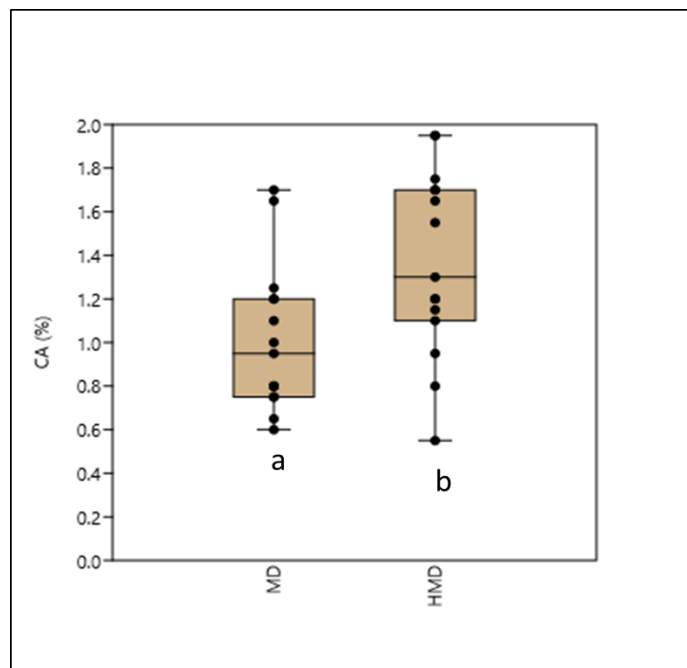


Figure 14 : Box-plots montrant l'effet de la mise en repos sur le calcaire actif du sol (%) dans les parcours aménagés (MD) et les parcours libres (HMD) de la partie ouest de la région de Tébessa (Haute plaines orientales d'Algérie. Des lettres différentes (a, b)) indiquent des valeurs moyenne , significativement différents (tukey HSD post-hoc test).

2.2.5. Carbone et matière organique

Les résultats de l'effet de la mise en repos sur la fertilité du sol montrent des différences statistiquement non significatives au seuil de 5%, pour le carbone ($F_{1, 43}=2,384$; $P=0,14 > 0,05$) et la matière organique ($F_{3,06}=0,04$; $P=0,85 > 0,05$) dans les deux types de parcours (MD, HMD) (fig.15).

Le taux du carbone est très faible dans les deux parcours MD ($0,63 \pm 0,28$ %) et HMD ($0,76 \pm 0,13$ %) ; où il donne automatiquement une teneur faible en matière organique et un sol pauvre du point de fertilité, soit dans les parcours libres ($1,3 \pm 0,21$ %), ou la mise en repos ($1,33 \pm 0,41$ %).

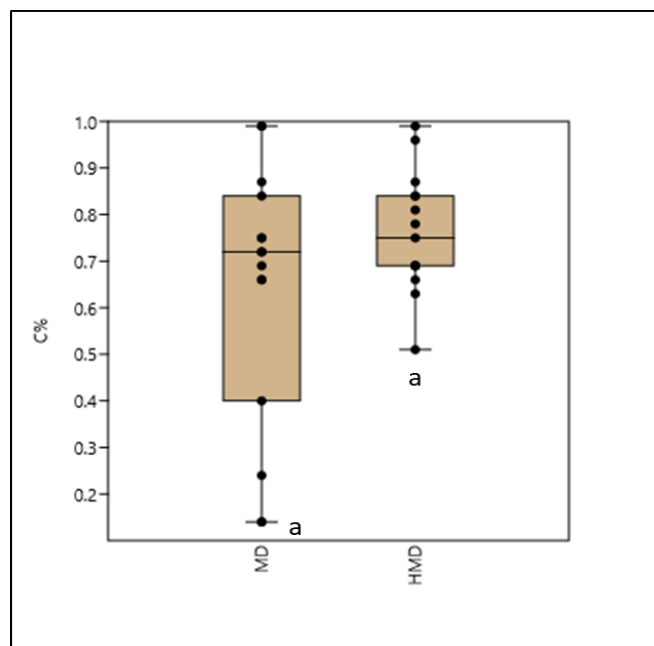


Figure 15 : Box-plots montrant l'effet de la mise en repos sur le carbone du sol (%) dans les parcours aménagés (MD) et les parcours libres (HMD) de la partie ouest de la région de Tébessa (Haute plaines orientales d'Algérie. Des lettres identiques (a, a) indiquent des valeurs moyenne, qui ne diffèrent pas manière significative (tukey HSD post -hoc test).

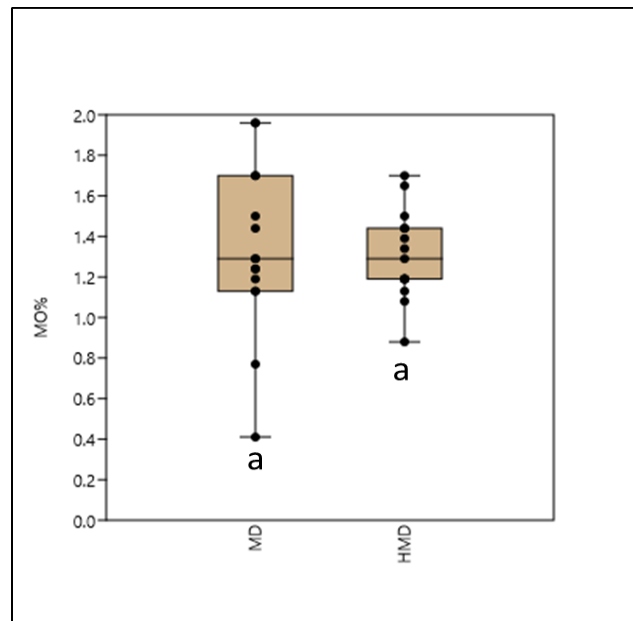


Figure 16 : Box-plots montrant l'effet de la mise en repos sur la matière organique du sol (%) dans les parcours aménagés (MD) et les parcours libres (HMD) de la partie ouest de la région de Tébessa (Haute plaines orientales d'Algérie. Des lettres identiques (a, a) des valeurs moyenne, qui ne diffèrent pas manière significative (tukey HSD post -hoc test).

2.2.6. Argile et limon et sable

L'analyse de variance (ANOVA) montre des différences significatives entre les valeurs moyennes des argiles ($F_{6,88}=10,87$; $P=0,002$) et du sable ($F_{22,25}=8,16$; $P=0,008$) dans les deux parcours, à l'exception de limon, les deux parcours (MD, HMD) ont une différence non significative ($F_{3,31}=2,72$; $P=0,111$) (fig. 17).

Les taux du limon et d'argile augmentent respectivement, avec la restauration, de $21,08 \pm 4,5\%$; $6,49 \pm 2,71\%$ (HMD) à $24,32 \pm 6,13\%$; $10,39 \pm 3,68\%$ (MD). Contrairement à ce qui précède, il y a une diminution du taux de sable avec la restauration, de $72,4 \pm 5,69\%$ (HMD) à $65,28 \pm 7,79\%$ (MD).

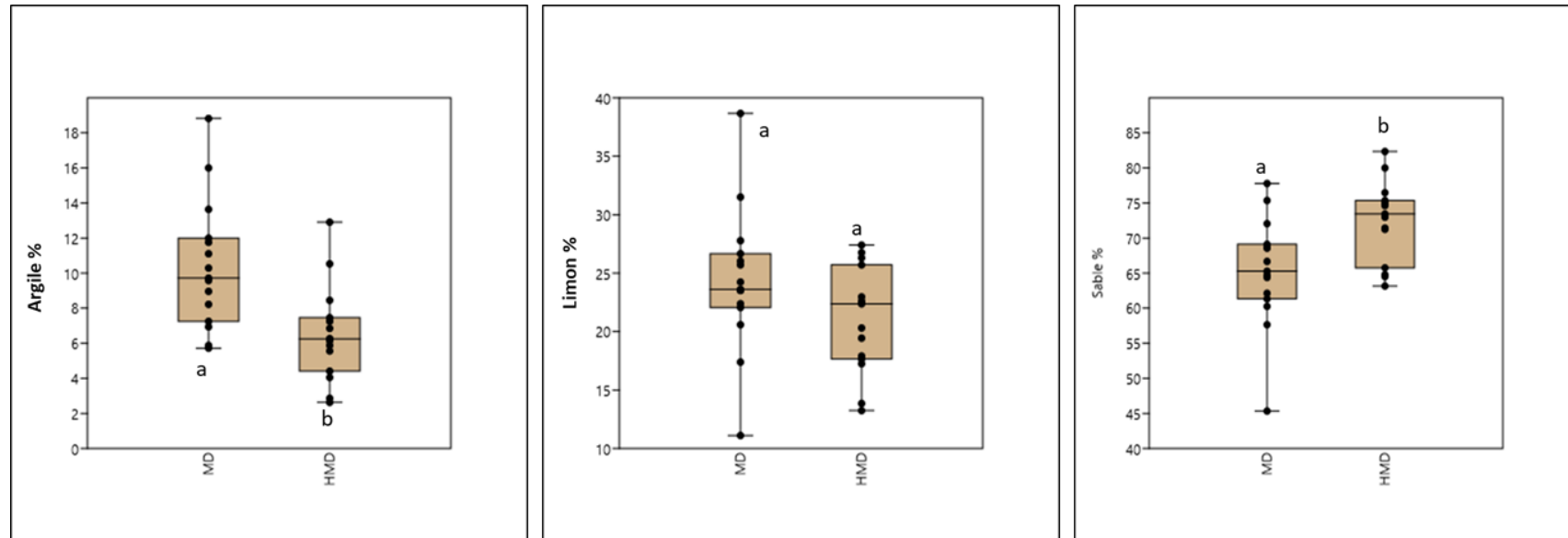


Figure 17 : Box-plots montrant l'effet de la mise en repos sur les taux d'argile, du limon et du sable (%) dans les parcours aménagés (MD) et les parcours libres (HMD) de la partie ouest de la région de Tébessa (Haute plaines orientales d'Algérie. Des lettres identiques (a, a) indiquent des valeurs moyennes, qui ne diffèrent pas manière significative (tukey HSD post -hoc test)

2.3. Relations entre les paramètres du sol

Les paramètres pédologiques sont peu corrélés l'un avec l'autre dans l'ensemble de la zone d'étude.

Les corrélations négatives significatives trouvées dans les deux parcours comprenaient les éléments suivants : argile-sable, limon-sable. Paramètres du sol qui ont montré de fortes corrélations positives dans le parcours libre : H-MO ($r = 0,61$; $p = 0,015$), H-C ($r = 0,61$; $p = 0,015$), MO-C ($r = 1$; $p = 0,000$), C-sable ($r = 0,542$, $P = 0,037$) et MO-sable ($r = 0,536$; $p = 0,039$). Tandis que les fortes corrélations négatives comprenaient H-pH ($r = -0,571$; $p = 0,026$) et pH-C ($r = -0,523$; $p = 0,031$), MO-pH ($r = -0,52$; $p = 0,03$), C-argile ($r = -0,523$; $p = 0,045$), MO-argile ($r = -0,517$; $p = 0,048$) (fig.18).

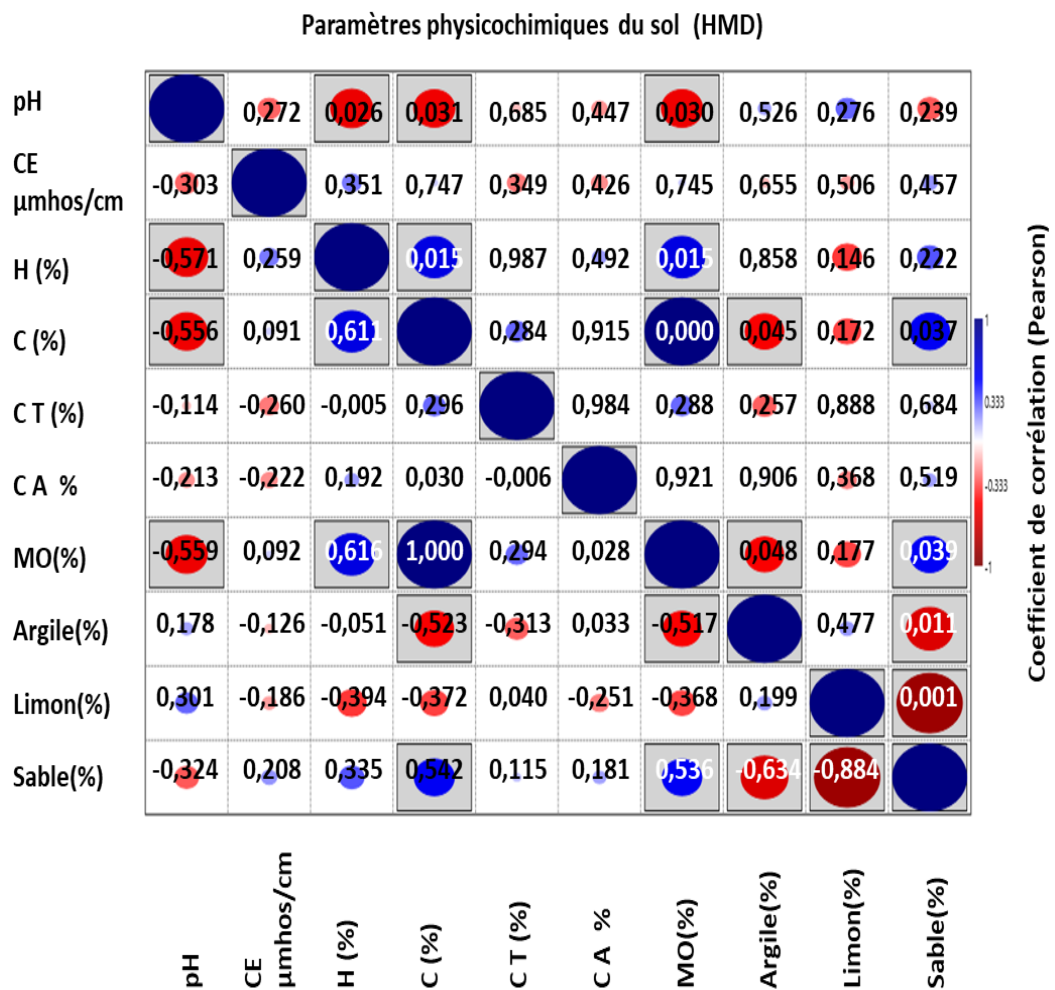


Figure 18 : Matrice de corrélation montrant les interrelations entre les paramètres du sol des parcours steppiques libres (HMD) de Bedjene dans la région de Tébessa, au nord-est de

l'Algérie. Les tests de corrélation de Pearson sont indiqués par les valeurs du coefficient de corrélation de la Pearson sont indiqués par les valeurs du coefficient de corrélation (en dessous de la diagonale) et la valeur P (au-dessus de la diagonale). L'ombrage et l'intensité des couleurs dans les diagrammes circulaires et les carrés visualisent également les valeurs du coefficient de Pearson.

Dans le parcours steppique aménagé, de fortes corrélations significatives ont été observé entre CE–sable ($r = 0,591$; $p = 0,02$), CT–MO ($r = 0,528$; $p = 0,043$). Cependant, l'humidité était corrélé négativement avec CA ($r = -0,572$, $p = 0,026$) et limon avec CE ($r = -0,658$; $p = 0,008$) (fig.19).

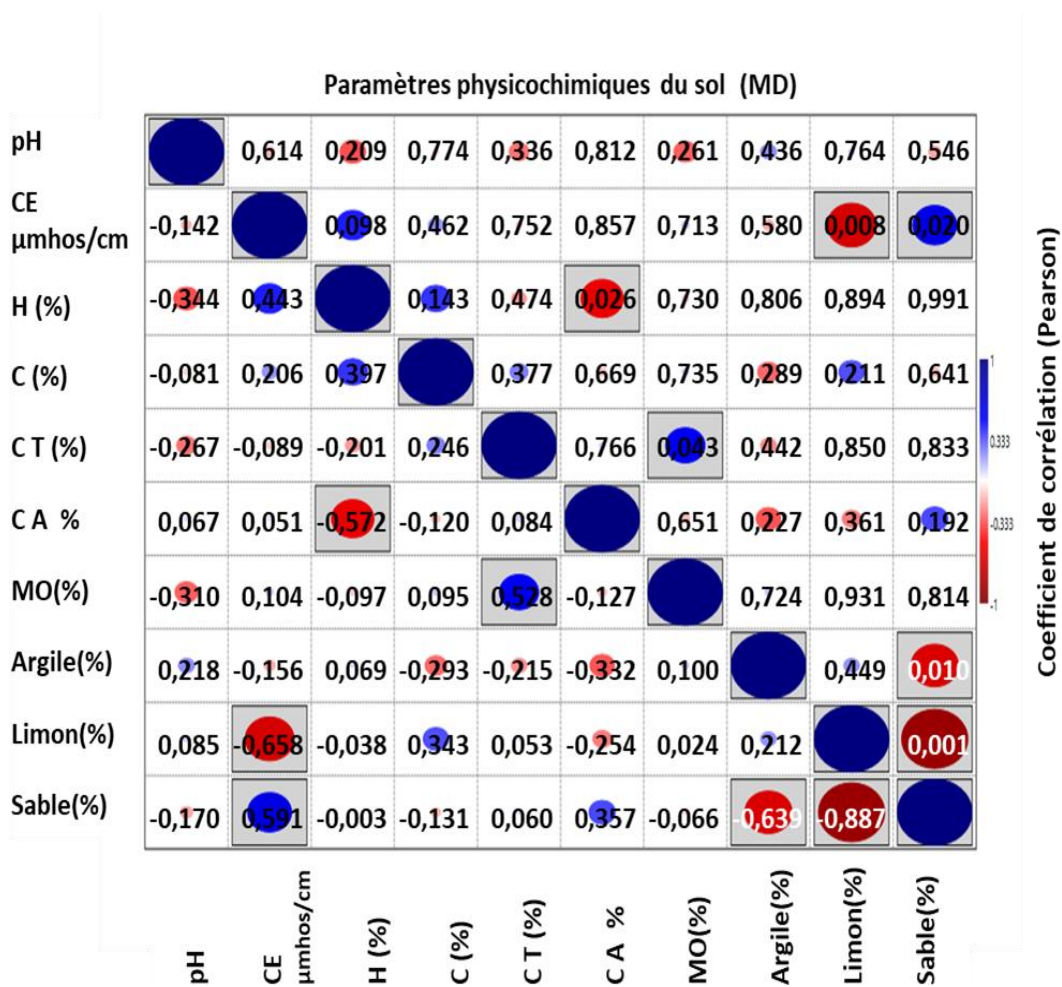


Figure 19 : Matrice de corrélation montrant les interrelations entre les paramètres du sol des parcours steppiques aménagé (MD) de Bedjene dans la région de Tébessa, au nord-est de l'Algérie. Les tests de corrélation de Pearson sont indiqués par les valeurs du coefficient de corrélation de la Pearson sont indiqués par les valeurs du coefficient de corrélation (en dessous de la diagonale) et la valeur P (au-dessus de la diagonale). L'ombrage et l'intensité

des couleurs dans les diagrammes circulaires et les carrés visualisent également les valeurs du coefficient de Pearson.

CHAPITRE III :

DISCUSSION & CONCLUSION

III. DISCUSSION & CONCLUSION

Dans le présent travail, deux types de parcours steppiques ont été sélectionnés comme sites échantillonnés en fonction de l'exclusion du pâturage, les effets du climat sur nos résultats peuvent être exclus, car chaque site est mené dans des conditions de croissance similaires (Sun et *al.*, 2020, Macheroum, 2022). Pour étudier l'efficacité de l'exclusion du pâturage des ovins à court terme, sur la restauration des steppes d'alfa (*Stipa tenacissima* L.), qui se base sur la récupération des paramètres édaphiques (paramètres physicochimiques du sol) de ces parcours (Fedrigo et *al.*, 2018).

La classification granulométrique d'après le triangle textural américain, montrent une composition assez différente. Pour le parcours libre, la quantité d'argile est réduite par rapport au parcours aménagé. Donc, la comparaison texturale montre globalement une diminution de la fraction fine (Slimani et *al.*, 2010) et en parallèle, la texture devient plus grossière et sableuse avec la dégradation du tapis végétal; par le surpâturage qui favorise par la suite l'érosion du sol par le piétinement (Aidoud et *al.*, 1999) et l'ensablement (Slimani et *al.*, 2010) ceci est confirmé par la corrélation négative, qui étaient hautement significatives dans les deux parcours (MD, HMD), entre l'argile et le sable (Douaoui et *al.*, 2001), le limon et le sable (Aliat et *al.*, 2016). L'humidité du sol est significativement augmentée dans la mise en repos, qui dû à l'importance du taux d'argile, où la touffe d'alfa, forme une véritable butte, avec des propriétés de sol améliorées en raison du taux plus élevé d'éléments fins (Macheroum et Chenchouni, 2022). De ce fait on peut retenir que la restauration des touffes d'alfa favorise la fixation du sol contre l'érosion et elle empêche également l'humidité du sol de s'évaporer (Aidoud et *al.* 1999). Les deux parcours étudiés ont un pH alcalin selon le référentiel pédologique de Baize (2000). Ce paramètre est considéré parmi les plus importants indicateurs du sol (Li et *al.*, 2006) est fortement influencé par le matériel parental (Rezaei et Gilkes, 2005). En effet, les sols étudiés sont classés comme modérément calcaire (Baize, 2000), du fait de l'origine calcaire de la région (Djebaili, 1978; Halitim, 1988) et la fraction active explique cette alcalinité (Neffar et *al.*, 2011). Donc, le pH du sol englobe généralement la synthèse des interactions chimiques entre les variables (Douaoui et *al.*, 2001). D'après Duchaufour (1977), les sols sont concédés riches en matière organique lorsque son pourcentage est supérieur à 2% et selon les appréciations de Pouget (1980) et Djebaili (1978) ce taux est une caractérisation des sols steppiques si elle ne dépasse pas 3%. A cet effet, les sols étudiés sont considérés comme des sols pauvres, en matière organique (Kadi-Hanifi, 1998, 2004) et les analyses statistiques montrent qu'il n'y a pas une différence significative de

la matière organique et de teneur en carbone entre les deux types de parcours (MD et HMD). Mais nous pouvons expliquer les traces en MO dans l'alfa dégradée, par l'importance de la nécromasse libérée pendant le piétinement des touffes d'alfa par le bétail sous forme de la litière et leur excréta (Macheroum et Chenchouni, 2022). Souvent un pH élevé ou alcalin du sol indique la présence de la salinité (Legros, 2009) ; où dans notre cas, la CE est corrélée positivement avec le sable et négativement avec le limon dans la mise en repos, donc, la salinité diminue au fur et à mesure avec la restauration et la diminution du taux de sable. La comparaison de la conductivité électrique de nos sols avec celle de la classification proposée par Mathieu et *al.* (2003), montre que les sols des deux parcours sont salés, le sol de l'HMD est plus salé que la MD, cette importance est due à la charge en cations qui augmente légèrement la salinité ; car, ils s'accumulent après évaporation d'eau, par le remontée capillaire à la surface surtout après les périodes de sécheresse et la dégradation du tapis végétal (Rengasamy, 2006). Ceci indique que la CE est un synonyme de dégradation structurale du milieu édaphique (Douaoui et *al.*, 2001).

L'étude d'Amghar et *al.* (2012) a été réalisée sur deux sites du département de Laghouat et après une comparaison entre les paramètres physicochimiques du sol à l'intérieure et à l'extérieure de la mise en défens à court terme (4ans) ; ils ont montré une variation significative entre les traitements concernant les éléments grossiers et le sable. D'autre part, la mise en repos, telles que l'exclusion du pâturage, entraîne des améliorations significatives des propriétés du sol et de la végétation dans les parcours dégradés (Jeddi et Chaieb, 2010 ; Linstädter et Baumann, 2013 ; Mekuria et Aynekulu, 2013 ; Kouba et *al.*, 2021).

Conclusion

Toutes ces données confirment que l'homme et ses moutons sont la cause principale de la détérioration de ces steppes, par le surpâturage, et la sécheresse n'est qu'une cause secondaire, qui accélère la vitesse de détérioration de l'alfa et son l'habitat ; car, la protection de celle-ci; ont donné une efficacité après l'exclusion de l'action anthropique pendant une période donnée et nous avons remarqué une diminution de la salinité, le taux du sable et en parallèle, une augmentation des taux de l'argile et de l'humidité du sol, malgré l'aridité du sud. Par conséquent, la mise en repos reste le meilleur moyen d'aménagement des parcours dégradés, car cette technique est moins coûteuse et plus efficace pour restaurer la végétale originale de ces steppes et son habitat.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Aidoud, A., & Touffet, J. (1996). La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 7(3), 187-193.
2. Aidoud, A., Slimani, H., Aidoud-Lounis, F., and Touffet, J. (1999). Changements édaphiques le long d'un gradient d'intensité de pâturage dans une steppe d'Algérie. *Ecol. Mediterr.* 25 (2), 163–171. doi:10.3406/ecmed.1999.1881
3. Aliat, T., Kaabeche, M., Khomri, H., Nouri, L., Neffar, S., & Chenchouni, H. (2016). A pedological characterisation of some inland wetlands and Ramsar sites in Algeria. *Land degradation & development*, 27(3), 693-705.
4. Amghar, F., Forey, E., Margerie, P., Langlois, E., Brouri, L., & Kadi-Hanifi, H. (2012). Grazing enclosure and plantation: a synchronic study of two restoration techniques improving plant community and soil properties in arid degraded steppes (Algeria). *Revue d'écologie*.
5. Anne, P. (1945). Sur le dosage rapide du carbone organique des sols. *Ann. agron*, 2 (1), 161-172.
6. Baize, D. (2000). *Guide des analyses en pédologie: 2e édition, revue et augmentée*. Editions Quae.
7. Belala, F., Hirche, A., Muller, S. D., Tourki, M., Salamani, M., Grandi, M., ... & Boughani, M. (2018). Rainfall patterns of Algerian steppes and the impacts on natural vegetation in the 20 th century. *Journal of Arid Land*, 10(4), 561-573.
8. Bruand, A., & Chenu, C. (1994). Constitution physique du sol. *Techniques agricoles*, (1130), 1-12.
9. Djebaili, S. (1978). Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des Hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien. Th. Doct. Etat, Montpellier, Univ. Sci. Tech. Languedoc.
10. Douaoui, A., Benbouali, E. H., & Gaouar, A. (2001). Les facteurs intrinsèques de dégradation de la structure de surface des sols du bas Cheliff.
11. Duchaufour, P. (1997). *Abrégé de pédologie. Sol, végétation, environnement*. 5e éd.
12. Duchaufour, P. (1997). Conserving soil resources. European perspectives. *Écologie*, 28(3), 273.

13. Fedrigo, JK, Ataide, PF, Filho, JA, Oliveira, LV, Jaurena, M., Laca, EA, ... & Nabinger, C. (2018). L'exclusion temporaire du pâturage favorise le rétablissement rapide de la richesse et de la productivité des espèces dans une prairie de Campos surpâturée à long terme. *Restoration Ecology* , 26 (4), 677-685. ??
14. Halitim A., (1988). sols des régions arides *OPU Alger*. 348 p.
15. Hammer, Ø. (2020). PAST PAleontological STatistics ver. 4.03—Reference Manual Natural History Museum. University of Oslo. <https://www.nhm.uio.no/english/research/infrastructure/past>.
16. INSID-BNEDER. (2011). Carte d'occupation du sol wilaya de Tébessa + Notice explicative.
17. Jeddi, K., Chaieb, M. (2010). Changes in soil properties and vegetation following livestock grazing exclusion in degraded arid environments of South Tunisia. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 205(3), 184-189.
18. Kadi-Hanifi, H. (1998). L'Alfa en Algérie. Syntaxonomie, relation milieu-végétation, dynamique et perspectives d'avenir. PhD, Université des Sciences et de la Technologie H. Boumediene, Bab Ezzouar, Algeria (in French).
19. Kadi-Hanifi, H. (1998). L'alfa en Algérie: syntaxonomie, relations milieu-végétation, dynamique et perspectives d'avenir. *PhD, Université des Sciences et de la Technologie H. Boumediene, Bab Ezzouar, Algeria (in French)*.
20. Legros, J. P. (2009). La salinisation des terres dans le monde. In *Proc. Academie des Sciences et Lettres de Montpellier Conf. n*(Vol. 4069, pp. 257-269).
21. Li, Y. Y., & Shao, M. A. (2006). Change of soil physical properties under long-term natural vegetation restoration in the Loess Plateau of China. *Journal of Arid Environments*, 64(1), 77-96.
22. Linstädter, A., and Baumann, G. (2013). Abiotic and biotic recovery pathways of arid rangelands: Lessons from the high atlas mountains, Morocco. *Catena* 103,3–15. doi:10.1016/j.catena.2012.02.002
23. Macheroum, A. (2022). Etude dynamique des steppes alfatières (*Stipa tenacissima* L.) dans la région de Tébessa sur le plan phytoécologique et pastoral. Doctoral thesis, USTHB, Algeria.

24. Macheroum, A., & Kadik, L. (2015). Étude de l'état actuel de la végétation du Nord de la wilaya de Tébessa sur le plan phytoécologie et pastoral. Edilivre, Paris, France.
25. Macheroum, A., Chenchouni, H. Short-term land degradation driven by livestock grazing does not affect soil properties in semiarid steppe rangelands. *Frontiers in Environmental Science*, 1430.
26. Mathieu, C., Pielain, F., & Jeanroy, E. (2003). *Analyse chimique des sols: Méthodes choisies*. Tec & doc.
27. Mekuria, W., and Aynekulu, E. (2013). Exclosure land management for restoration of the soils in degraded communal grazing lands in northern Ethiopia. *Land Degrad. Dev.* 24 (6), 528–538. doi:10.1002/ldr.1146
28. Merdas, S., Kouba, Y., Mostephaoui, T., Farhi, Y., and Chenchouni, H. (2021). Livestock grazing-induced large-scale biotic homogenization in arid Mediterranean steppe rangelands. *Land Degrad. Development/Authoria* 32, 5099–5107. doi:10.22541/au.161494226.60674414
29. Moulay, A., Benabdeli, K., & Morsli, A. (2012). Quel avenir pour la steppe à Alfa dans le sud-ouest Algérien. *Forêt méditerranéenne*, 33, 277-286.
30. Neffar, S., Beddiar, A., and Chenchoun, H. (2015). Effects of soil chemical properties and seasonality on mycorrhizal status of prickly pear (*Opuntia ficusindica*) planted in hot arid steppe rangelands. *Sains Malays.* 44, 671–680. doi:10.17576/jsm-2015-4405-05
31. Neffar, S., Chenchouni, H., Beddiar, A., and Redjel, N. (2013). Rehabilitation of degraded rangeland in drylands by prickly pear (*Opuntia ficus-indica* L.) plantations: Effect on soil and spontaneous vegetation. *Ecol. Balk.* 5 (2), 63–83.
32. Neffar, S., Fraga-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.
33. Neffar, S., Menasria, T., and Chenchouni, H. (2018). Diversity and functional traits of spontaneous plant species in Algerian rangelands rehabilitated with prickly pear (*Opuntia ficusindica* L.) plantations. *Turk J. Bot.* 42, 448–461. doi:10.3906/bot-1801-39.
34. Pouget, M. (1980). *Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises (Vol. 116)*. Paris,, France: Orstom.
35. Rengasamy P. 2006. World salinization with emphasis on Australia. *Journal of Experimental Botany* 57: 1017–1023. DOI:10.1093/jxb/erj108.

36. Rezaei, S. A., & Gilkes, R. J. (2005). The effects of landscape attributes and plant community on soil chemical properties in rangelands. *Geoderma*, 125(1-2), 167-176.
37. Slimani, H. (1998). Effet de pâturage sur la végétation et le sol et désertification cas de la steppe à alfa (*Stipa tenacissima* L) de Rogassa des Hautes Plaines Occidentales Algériennes. Magister dissertation, USTHB, Algiers.
38. Slimani, H., Aidoud, A., Roze, F. (2010). 30 Years of protection and monitoring of a steppic rangeland undergoing desertification. *Journal of Arid Environments*, 74(6), 685–691.
39. Sun, J., Liu, M., Fu, B., Kemp, D., Zhao, W., Liu, G., ... & Liu, S. (2020). Reconsidering the efficiency of grazing exclusion using fences on the Tibetan Plateau. *Science Bulletin*, 65(16), 1405-1414.

Annexe

Annexe 1 : la liste floristique des espèces avec les familles ; type biologique et type géographique de chacun

Famille	TB	nom scientifique
Poaceae	H	<i>Stipa tenacissima</i> L.
Euphorbiaceae	T	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.
Resedaceae	T	<i>Reseda alba</i> L.
Fabaceae	T	<i>Medicago orbicularis</i> L.
Apiaceae		<i>Eryngium foetidum</i> L.
Papaveraceae	T	<i>Papaver rhoeas</i> L.
Asteraceae		<i>Rhaponticum acaule</i> (L.)
Asteraceae	T	<i>Anacyclus clavatus</i> Desf.
Lamiaceae	C	<i>Thymus algeriensis</i> Boiss. & Reut.
Asteraceae	G	<i>Atractylis humilis</i> L.
Plantaginaceae	H	<i>Plantago albicans</i> L.
Lamiaceae	H	<i>Salvia verbenaca</i> L.
Lamiaceae	H	<i>Stachys germanica</i> L.
Fabaceae	C	<i>Astragalus armatus</i> Willd <i>pseudo-trigonus</i> Batt. et Trab
Lamiaceae	C	<i>Teucrium polium</i> L.
Asphodelaceae	G	<i>Asphodelus ramosus</i> L.
Plantaginaceae	C	<i>Globularia alypum</i> L.