



Institut des Sciences et Technologies
Département des Sciences de la Nature et de la Vie
Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de
Master Académique en Sciences Agronomiques
Spécialité « Agro-pastoralisme »

Thème

**Evaluation du cortège floristique d'une zone d'épandage des eaux
épurées. Etude de cas de la station d'épuration de Mécheria**

Présenté par : **KHIRI Mostefa et SAHNOUN Abdelkader**

Soutenu le :

Devant le jury:

Président : BOURAHLA Lame, MCA, Centre Univ. de Naama

Examineur : GORDO Belkacem, MAA, Centre Univ. de Naama

Encadreur : MAROUF Abderrazak, Professeur, Centre Univ. de Naama

Co-encadreur : YOUCEFI Ahmed Toufik, Doctorant, Centre Univ. de Naama

Année Universitaire 2021/2022

Dédicaces

A mes chers parents Allah Yarhamhom.

A ma très chère épouse

A mon enfant Mohammed Yacine

A mes sœurs

Et à tous mes amis (es)

SAHNOUN Abdelkader

A ma chère mère

A mon cher père, allah yarhmou

A tous ceux que j'ai perdus qui étaient une
source de force pour moi, Rabi yarhmhom

A ma très chère épouse

A mes enfants Aissa et Mousaab

A mes filles Zineb, Nour et Fida

A mes sœurs et mes frères

Et à tous mes amis (es)

KHIRI Mostefa

Remerciements

Nos vifs remerciements vont d'emblée à Dieu le Tout Puissant qui nous a doté d'une grande volonté et d'un savoir adéquat pour mener à bien ce modeste travail.

A notre encadreur : Professeur **MAROUF Abderrazak**, qui nous a inculqué une grande confiance, nous a orientés dans le bon sens quant à l'élaboration de ce projet, sa rigueur pour le travail bien fait et ses suggestions pertinentes.

Nous tenons aussi à remercier vivement Monsieur **YOUCEFI Ahmed Toufik**, doctorant au Centre Universitaire de Nâama

Nous voudrions remercier également tout le personnel de la station d'épuration de Mécheria.

à Mr **LITIM Kouider**; pour son aide et assistance sur terrain, et tout le personnel de la circonscription des forêts de Mécheria.

à **NASRALAH Oussama** pour son aide précieuse en matière de phytosociologie et cartographie.

Nos remerciements s'adressent également à Mrs, **MAHHEMDI Mohammed**, **BENAISSA Mohammed**.

Enfin, que toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, trouve ici, nos vifs remerciements et notre sincère gratitude.

تحتوي الفضاءات السهبية في منطقة النعامة على موارد طبيعية متنوعة للغاية وبالتالي تستفيد من العديد من الثروات الطبيعية. الوضع الحالي لمراعي السهوب في ولاية النعامة يندرج بالخطر ، وقد تم تسليط الضوء على حالة التدهور هذه من خلال العديد من الدراسات التي أجريت لتشخيص و جرد المراعي في الولاية النعامة، وإبراز خصائص هشاشة النظام البيئي للسهوب التي تتفاقم بسبب الصعوبات الطبيعية (الجفاف المناخي ، الترميل ، إلخ) بالإضافة إلى إقترانها بالأفعال البشرية (الرعي الجائر ، تعرية الأراضي) و التي تمارس ضغطًا قويًا على الموارد الطبيعية.

حاولنا من خلال دراستنا هذه تقييم التنوع البيولوجي للنباتات في مناطق انتشار المياه المُصفاة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي بالمشرية مقارنة بالأراضي المجاورة لها، وكذلك كمية الكتلة الحيوية التي تعتمد عليها، وهذا من أجل تقييم مساهمة المياه المعالجة في تحسين ثراء وكثافة الغطاء النباتي الذي يمكن استخدامه في المراعي.

في النهاية، خلصنا إلى أن المياه المعالجة يمكن أن تلعب دورًا فعالًا في توفير العلف للماشية من حيث الكمية. أيضًا ، اقترحنا بإيجاز بعض الحلول لتأمين هذا المورد المائي.

الكلمات الرئيسية : السهوب ،محطة تصفية المياه ،منطقة انتشار المياه ، جرد نباتي، تئمين

Résumé:

L'espace steppique de la région de Nâama dispose de ressources naturelles très diversifiées et bénéficie en effet de nombreux atouts naturels. La situation actuelle des parcours steppiques de la wilaya de Nâama est critique, cet état de dégradation a été surligné à travers plusieurs études réalisées pour faire diagnostiquer l'état des lieux des parcours de la région et mettre en évidence les caractéristiques de la fragilité de l'écosystème steppique accentuée par les contraintes naturelles (aridité climatique, l'ensablement ...) combinées aux actions anthropiques (surpâturage, défrichement) ce qui exerce une forte pression sur les ressources naturelles.

A travers notre étude, nous avons tenté d'évaluer la richesse spécifique floristique des zones d'épandage des eaux épurées provenant de la station d'épuration de Mécheria comparativement aux terrains de voisinage hors zones d'épandages, ainsi que la quantité de la biomasse qui en dépend, et ce pour mieux juger l'apport de l'eau traitée dans l'amélioration de la richesse et la densité du couvert végétal qui peut être utilisée dans le pâturages.

Au final, nous avons constaté que l'eau traitée peut jouer un rôle efficace dans la fourniture de fourrage pour le bétail en termes de quantité. Aussi, nous avons proposé, brièvement, quelques solutions pour valoriser cette ressource en eau.

Mots clés : steppe, station d'épuration, zones d'épandage, inventaire floristique, valorisation.

Abstract

The steppe area of the Nâama region has very diverse natural resources and benefits from many natural assets. The current situation of the steppe courses of the wilaya of Nâama is critical, this state of degradation has been highlighted through several studies carried out to diagnose the state of the region's rangelands and highlight the characteristics of the fragility of the steppic ecosystem accentuated by natural constraints (climatic aridity, silting...) combined with anthropogenic actions (overgrazing, clearing) which puts a strong pressure on natural resources.

Through our study, we tried to assess the specific floristic richness of the zones of application of the purified water coming from the Mécheria treatment plant compared to the areas outside the zones of application, as well as the quantity of the biomass depends on it, and to better judge the contribution of treated water in improving the richness and density of the vegetation cover that can be used in pastures

Ultimately, we found that treated water can play an effective role in providing forage for livestock in terms of quantity. Also, we have proposed, briefly, some solutions to develop this water resource. In the end, we found that treated water can play an effective role in providing fodder for livestock in terms of quantity. Also, we have briefly proposed some solutions to enhance this water resource (agriculture, forests, seed selection, wetlands, etc.)

Keywords: steppe, wastewater treatment plant, spreading areas, floristic inventory, recovery.

Liste des tableaux

Tableau 1 : L'état des parcours steppiques en 2005	05
Tableau 2 : Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées (Extrait du Journal Officiel n°41 du décret exécutif n°07-149, publié en Janvier 2012)	15
Tableau 3 : Caractéristique de la station météorologique	21
Tableau 4 : Variations des précipitations moyennes mensuelles pour la période (1985-2016)	21
Tableau 5 : Valeurs moyennes mensuelles des températures de la station de Mécheria	22
Tableau 6 : Type de climat en fonction des amplitudes thermiques	23
Tableau 7 : Indice de sécheresse estivale	24
Tableau 8 : Indice de De Martonne pour la station de Mécheria (1985-2016)	24
Tableau 9 : Indice de De Martonne (Ancienne période 1913-1938)	24
Tableau 10 : Indice de De Martonne (Période intermédiaire 1980-2004)	25
Tableau 11 : Valeur du Q2 et étages bioclimatiques	26
Tableau 12 : Correspondances entre les étages bioclimatiques en fonction de Q2 et P (mm) Emberger, 1955 ; le Houerou, 1975 ; Le Houerou et al., 1977)	27
Tableau 13 : Présentation de la station d'épuration	28
Tableau 14 : Bilan de l'auto-surveillance	31
Tableau 15 : Liste des espèces recensées et identifiées dans la zone d'épandage	38
Tableau 16 : Liste des espèces recensées et identifiées hors zone d'épandage	39
Tableau 17 : Nombre d'espèces récoltées dans les deux milieux	40
Tableau 18 : Nombre d'espèces par relevé (zone d'épandage)	41
Tableau 19 : Nombre d'espèces par relevé (hors zone d'épandage)	42
Tableau 20 : Diversité relative (%) des familles inventoriées dans le milieu irrigué	44
Tableau 21 : Diversité relative (%) des familles inventoriées hors zone d'épandage	45
Tableau 22 : Nombre et taux des espèces par types biologiques dans la zone d'épandage	46
Tableau 23 : Nombre et taux des espèces par types biologiques hors zone d'épandage	47
Tableau 24 : Résultat obtenu pour la zone d'épandage	49
Tableau 25 : Résultats de la phytomasse dans la zone d'épandage	50
Tableau 26 : Résultat obtenu hors zone d'épandage	50
Tableau 27 : Résultats de la phytomasse hors zone d'épandage	50

Liste des figures

Fig 1 : Délimitation des steppes algériennes (ANAT)	03
Fig 2 : l'indice de végétation de la steppe algérienne.	05
Fig 3 : L'état des parcours de la steppe algérienne	06
Fig 4 : Effet de l'érosion éolienne et hydrique sur les sols steppiques	07
Fig 5 : Évolution de la population steppique par rapport à la population totale algérienne	09
Fig 6 : Localisation de la région d'étude	17
Fig 7 : Carte lithologique (Anonyme, 2009)	18
Fig 8 : Extrait de la carte pédologique de la wilaya de Nâama - région centre	20
Fig 9 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussens (Station de Mécheria) pour la période (1985-2016)	26
Fig 10 : Climagramme d'Emberger de la station de Mécheria	27
Fig 11 : Positions du milieu irrigué	33
Fig 12 : Positions du milieu non irrigué	34
Fig 13 : Délimitation successives des différentes surfaces d'échantillonnage jusqu'à l'aire minimale	37
Fig 14: Illustration graphique de la variation du nombre d'espèces végétales en fonction de la superficie des relevés dans la zone d'épandage	41
Fig 15 : Illustration graphique de la variation du nombre d'espèce végétale en fonction de la superficie des relevés hors zone d'épandage	42
Fig 16: Comparaison de la variation du nombre d'espèce végétale en fonction de l'aire de relevé entre le deux zones	43
Fig 17: Répartition des familles recensées dans la zone d'épandage	44
Fig 18: Répartition des familles recensées hors zone d'épandage	46
Fig 19: Illustration du spectre biologique de la zone d'épandage	47
Fig 20: Illustration du spectre biologique hors zone d'épandage	47

Liste des Photos

Photo 1 : Milieu irrigué par les eaux d'épandage de la station d'épuration de Méchéria, mars 2022	32
Photo 2: Milieu non irrigué (mars 2022)	34

Table des matières

Introduction générale	01
CHAPITRE I: GENERALITES SUR LA STEPPE EN ALGERIE	
I.1-Généralités	03
I-2 Végétation steppique	04
I.3. Etat de la steppe algérienne	04
I.4. La dégradation de la steppe algérienne (causes et conséquences)	07
I.4.1- Les facteurs de dégradation des écosystèmes steppiques	07
I.4.1.1- Les facteurs naturels	07
I.4.1.1.1- Sécheresse	07
I.4.1.1.2- Erosion éolienne et Erosion hydrique	08
I.4.1.2- Facteurs anthropiques (humains)	08
I.4.1.2.1- L'accroissement du cheptel	08
I.4.1.2.2- Croissance démographique	09
I.4.1.2.3- Le surpâturage	10
I.4.1.2.4- Défrichement et extension de la céréaliculture	10
CHAPITRE II : REUTILISATION DES EAUX USEES	
EPUREES EN ALGERIE	
II.1- Définition des eaux usées	12
II.2- Les différents types des eaux usées	12
a- Les eaux usées domestiques	12
b- Les eaux pluviales et de ruissellement	12
c- Les eaux usées industrielles	12
d- Les eaux agricoles	12
II.3- Epuration des eaux usées	13
II.4- L'objectif d'épuration des eaux usées	13
II.5- Les déversements des eaux usées dans le milieu naturel	13
II.5.1- La nécessité de l'épuration	14
II.5.2- Les stations d'épuration (STEP)	14

II.6- Les cultures autorisées	14
II.7- Situation de la réutilisation des EUE en Algérie	15
a- Situation des stations d'épuration	15
b- Situation actuelle de la réutilisation	16

CHAPITRE III : PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

III. Présentation du milieu d'étude	17
III.1- Situation géographique de la région d'étude	17
III.2- Cadre physique	17
III.2.1- Géologie	17
III.2.2- Pédologie	18
III.2.2.1- Sols calcimagnésiques	18
a- rendzines	18
b- Sols bruns calcaires et sols bruns calciques	18
c- Sols à encroûtement gypseux	18
III.2.2.2- Sols minéraux bruts	19
III.2.2.3- Les sols peu évolués	19
III.2.2.4- Les sols halomorphes	19
III.2.3- Hydrogéologie	20
III.3- Cadre climatique	20
III.3.1- Précipitations	21
III.3.2- Température	22
III.3.3- Jours de la gelée	22
III.3.4 - Vents	23
III.3.5- Synthèse bioclimatique	23
III.3.5.1- Amplitude thermique moyenne et indice de continentalité	23
III.3.5.2- Indice de sécheresse estivale (I.e)	24
III.3.5.3- Indice d'aridité de Martonne	24
III.3.5.4- Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen(1953)	25
III.3.5.5- Quotient pluvio-thermique et climagramme d'Emberger (1955)	26

CHAPITRE IV : MATERIELS ET METHODES

IV- Matériels et méthodes	28
---------------------------	----

IV.1- Présentation de la station d'épuration	28
IV.2- Brève description du procédé d'épuration des eaux usées	28
IV.3- Présentation générale de station d'étude	32
1V.3.1- Milieu irrigué (station d'épandage)	32
IV.3.2 - Milieu non irrigué (station hors d'épandage)	33
IV.4- Méthode d'étude	35
IV.4.1- Implantation et repérage du relevé	35
IV.4.2 - Méthodologie de travail	35
IV.5- L'aire minimale	36
IV.5.1 Grille de carrés emboîtés	37
IV.5.2- Matériel utilisé	37

CHAPITRE V : RESULTATAS ET DISCUSSIONS

V. Résultats et discussions	38
V.1- Composition et diversité floristique	38
V.1.2- Liste floristique	38
V.2- Détermination de l'aire minimale et de la richesse spécifique en plantes herbacées	39
a - Zone d'épandage	40
b- Hors zone d'épandage	42
V.3- La biodiversité spécifique en herbacées	43
a- Zone d'épandage	43
b- Hors zone d'épandage	44
V.4- Indice de similitude en familles	46
V.2- Caractéristiques biologiques	46
a- Zone d'épandage	46
b- Hors zone d'épandage	47
V.3- Evaluation de la phytomasse	48
V-4- Discussion	50
Conclusion générale	52

Introduction :

La désertification a connu de nombreuses définitions qui ont fait l'objet de controverses intellectuelles au-delà des compromis, une définition consensuelle du processus a été proposée par la convention sur la lutte contre la désertification : « la désertification désigne la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines ».

La désertification concerne donc un processus de dégradation des terres lié à des facteurs naturels exacerbés par l'action de l'homme. La manifestation apparente du phénomène se traduit par une diminution de la couverture végétale et des potentialités des systèmes écologiques et une détérioration de sols et des ressources hydriques.

La désertification, en Algérie, concerne essentiellement les steppes des régions arides et semi-arides qui ont toujours été l'espace privilégié de l'élevage ovin extensif. Ces parcours naturels qui jouent un rôle fondamental dans l'économie agricole du pays sont soumis à des sécheresses récurrentes et à une pression anthropique croissante : surpâturage, exploitation de terres impropres aux cultures depuis plus d'une trentaine d'années, elles connaissent une dégradation de plus en plus accentuée de toutes les composantes de l'écosystème (flore, couvert végétal, sol et ses éléments, faune et son habitat). Cette dégradation se traduit par la réduction du potentiel biologique et par la rupture des équilibres écologiques et socioéconomiques (**Le Houerou, 1985 ; Aidoud, 1996 ; Bedrani, 1999**).

L'importance des ressources en eau dans l'agriculture, l'industrie, et dans cycles des écosystèmes naturels n'est plus à démontrer.

A l'heure actuelle, la rareté et l'irrégularité des ressources en eau constituent une problématique préoccupante dans la quasi-totalité des régions de notre pays.

Cette situation rend nécessaire l'adoption d'une nouvelle approche qui tient compte de la gestion de la demande et le recours à l'utilisation des ressources en eaux non conventionnelles (dessalement d'eau de mer et réutilisation des eaux usées épurées).

La réutilisation des eaux usées épurées est une pratique très répandue dans le monde et essentiellement dans les régions touchées par des pénuries de ressources en eau et/ou par le stress hydrique (**Louaguenouni, 2016**).

Les terres pastorales souffrent de la perte continue des grandes superficies de sparte, d'armoïse, d'alfa et d'autres plantes endémiques steppiques. En effet, les ressources

pédologiques sont devenues pauvres en matières organiques, dont la quasi-totalité de la superficie de la Wilaya de Naama est menacée par la désertification.

Par le présent travail, nous essaierons d'évaluer la richesse spécifique floristique des zones d'épandage de la station d'épuration de Mécheria, et la quantité de la biomasse qui lui dépend, pour juger leur valeur en comparaison avec des endroits en dehors des zones irriguées. Nous terminerons ce travail par quelques perspectives en vue d'une meilleure valorisation de cette ressource hydrique non négligeable.

I.1-Généralités sur les steppes algériennes

Les steppes algériennes, limitées au nord par l'Atlas Tellien et au sud par l'Atlas Saharien (fig1); elles sont limitées par les isohyètes 400 mm au nord et 100 mm au sud. Elles couvrent une superficie considérable de 20 millions d'hectares (**Ministère de l'Agriculture 1998**), réparties administrativement à travers 08 wilayas steppiques et 11 wilayas agro-pastorales et 4 pastorales présahariennes. Le climat varie du semi-aride inférieur frais au nord à l'aride inférieur tempéré au sud (**Le Houerou, 1995**). Les sols steppiques sont des sols squelettiques caractérisés par la présence d'accumulation calcaire et une très faible profondeur ; ils sont généralement pauvres et fragiles à cause de la rareté en matière organique et sensibles aux défrichements.

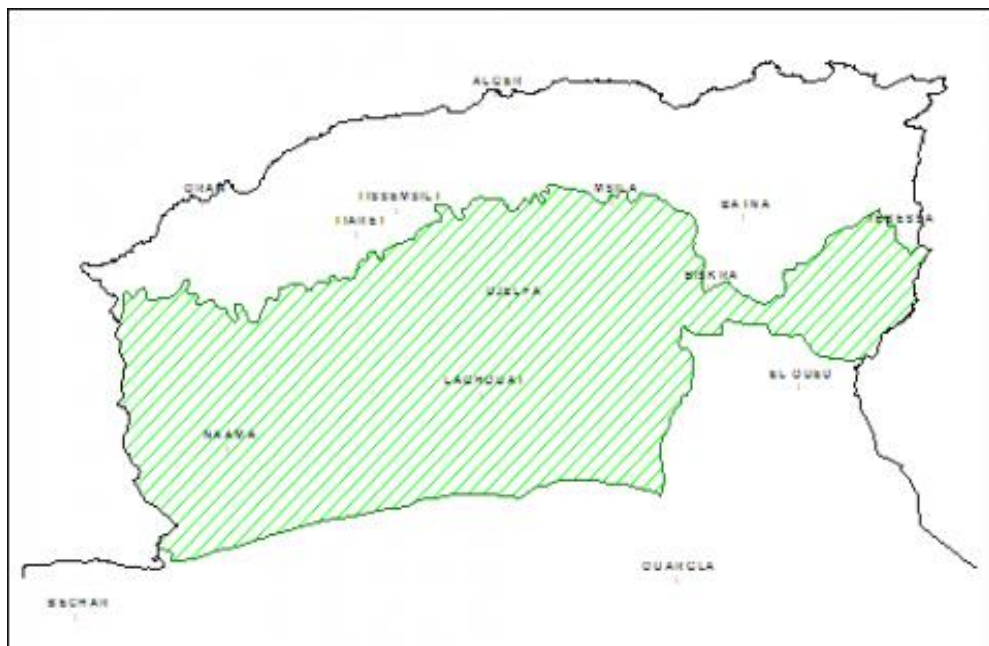


Fig 1 : Délimitation des steppes algériennes (ANAT)

Les bons sols dont la superficie est très limitée, se localise dans les dépressions (sols d'apport alluvial), soit linéaires et constituées par les lits d'oueds soit fermées et appelées Dayas (**Pouget, 1980**).

I-2 Végétation steppique

La végétation steppique est représentée par quatre grands types de formations (Djebaili, 1984):

- Les Steppes à alfa (*Stipa tenacissima*) :

Elles recouvrent environ 3 million d'hectares, la productivité pastorale moyenne de la steppe à alfa varie de 60 à 150 UF/ha selon le recouvrement et le cortège floristique (Nedjraoui, 1981), la valeur pastorale de ce type de steppe permet une charge de 4 à 6 hectares par mouton

- Les steppes à armoise blanche (*Artemisia herba alba*) :

Ce type de steppe recouvre 3 millions d'hectares en aire potentielle, la production pastorale primaire varie de 500 à 4 500 kg MS/ha, la production annuelle consommable évaluée à 500 kg ce qui représente une productivité pastorale moyenne de 150 à 200 UF/ha.

Ce type de parcours est considéré comme le meilleur, du point de vue charge pastorale, 1 à 3 ha/mouton.

- Les steppes à sparte (*Lygeum spartum*) :

Les steppes à sparte occupent une superficie de 2 millions hectares environ, caractérisés par une faible valeur pastorale (0,3 à 0,4 UF/kg MS). La productivité, corrélativement élevée estimée à 110 kg MS/ha/an, des espèces annuelles et petites vivaces, confère à ces types de parcours une production pastorale importante de 100 à 190 UF/ha/an et une charge de 2 à 5 ha/mouton.

- Les steppes à remt (*Arthrophytum scoparium*) :

Les steppes à remt présentent un intérêt assez faible sur le plan pastoral formant des steppes buissonneuses chamaephytiques avec un recouvrement moyen inférieur à 12.5%.

La valeur énergétique de remt est de 0,2 UF/kg DM. Les rendements annuels moyens varient de 40 à 80 kg de matière sèche/ha, la productivité pastorale est de 25 à 50 UF/ha/an et les charges pastorales de 10 à 12 ha/ovin.

I.3. Etat de la steppe algérienne

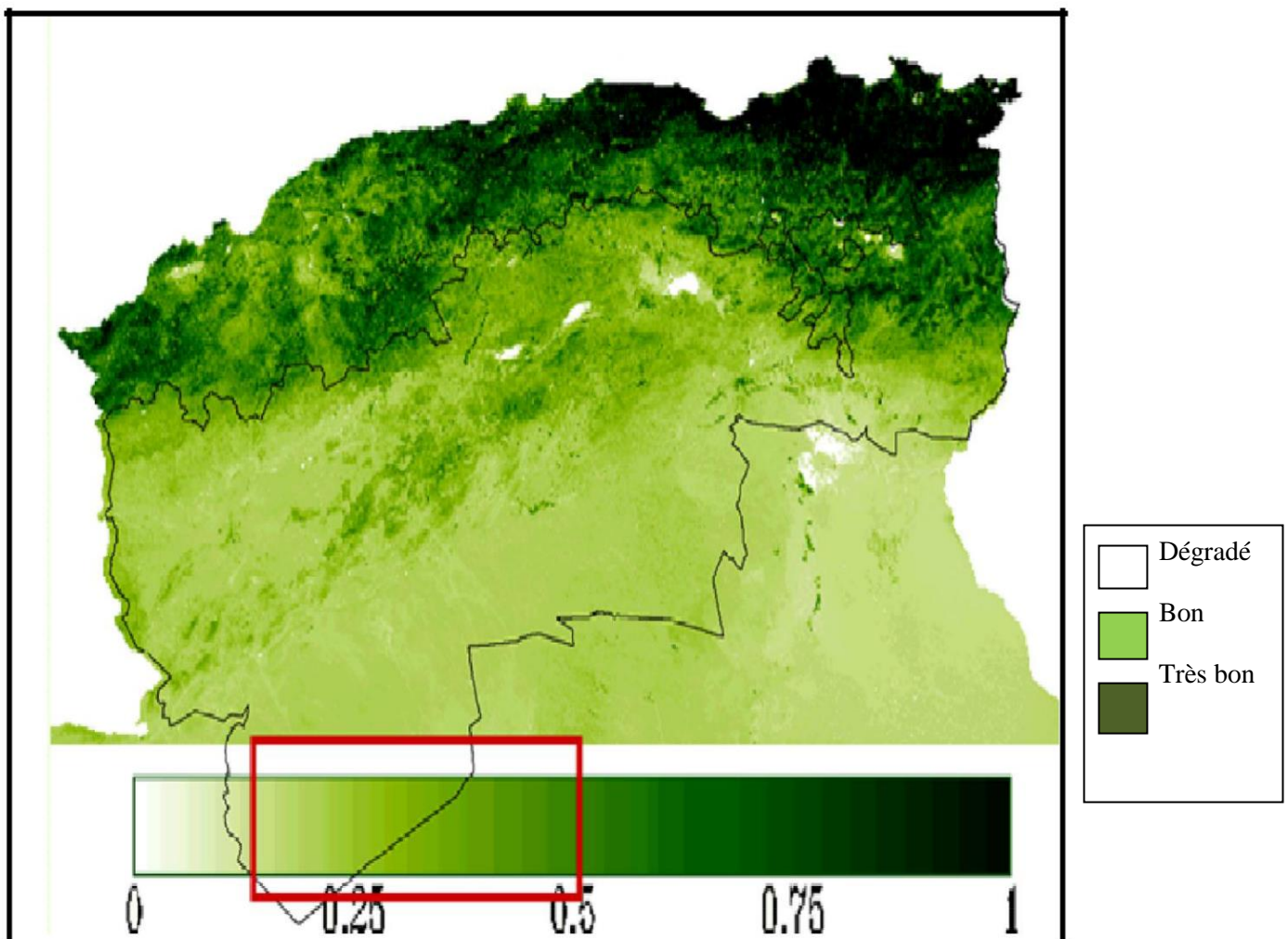
La situation actuelle des parcours steppiques est alarmante, avec de nombreux indicateurs de dégradation des ressources végétales.

Ils se manifestent principalement par des taux de recouvrement réduits et des modifications des cortèges floristiques, c'est-à-dire une réduction des espèces pérennes productives au profit d'espèces annuelles à faible biomasse (fig2). Ce qu'il faut observer, c'est que la plupart des parcours

steppiques sont soit dégradés, soit dans un état de dégradation avancé. Les statistiques officielles montrent que la part des parcours steppiques relativement bons n'est que de 20% (tableau1),(fig 3).

Tableau 1 : L'état des parcours steppiques en 2005.

Etat des parcours	Superficie (millions d'ha)	Pourcentage (%)	Production (UF/ha)
Dégradés	6,5	43,3	30
Moyennement dégradés	5,5	26,7	70
Bons	3	20	120
Total	15	100	220



Source : HCDS, 2010.

Fig 2 : l'indice de végétation de la steppe algérienne.

I.4. La dégradation de la steppe algérienne (causes et conséquences)

La dégradation des parcours steppique est le résultat de l'influence de deux types de facteurs. Des facteurs naturels liés aux changements climatiques et de facteurs socio-économiques liés aux activités humaines qui favorisent un comportement humain anarchique sur les écosystèmes.

I.4.1- Facteurs de dégradation des écosystèmes steppiques

I.4.1.1- Facteurs naturels

Les causes naturelles sont d'une manière générale climatiques, et principalement la sécheresse, sont à l'origine de la dégradation des parcours steppiques et sont étroitement liées à la fragilité des écosystèmes dans ces zones. La conjonction de facteurs climatiques défavorables avec une végétation pérenne dense et des facteurs pédologiques liés à la structure et à la texture du sol entraîne une dégradation irréversible des parcours accentuée par des phénomènes d'érosion (fig. 4) (Le Houérou, 1995).



Source : Nedjraoui, 2011.

Fig 4 : Effet de l'érosion éolienne et hydrique sur les sols steppiques.

I.4.1.1.1- Sécheresse

Les écosystèmes steppiques algériens sont marqués par une grande variabilité interannuelle des précipitations. De plus, il y a eu une réduction significative des précipitations annuelles au cours des dernières décennies, parfois avec des périodes de sécheresse prolongées pendant des années consécutives. Au cours du siècle dernier, les précipitations ont diminué et la sécheresse a augmenté pendant plusieurs mois (Nadjraoui *et al.*, 2008).

I.4.1.1.2- Erosion éolienne et hydrique

Le processus de désertification est exacerbé par l'érosion éolienne, qui varie selon la couverture végétale. Ce type d'érosion entraîne des pertes de sol de 100 à 250 tonnes/ha par an dans les prairies défrichées (**Le Houerou, 1995**).

L'érosion hydrique est principalement causée par de fortes pluies, qui décomposent le sol mince sous la forme d'orages, réduisant sa perméabilité et sa fertilité. Les éléments fins, l'humus et les éléments minéraux sont emportés par le ruissellement, entraînant la formation de rigoles et de ravins qui creusent profondément la surface du sol.

Ce phénomène d'érosion provoque d'énormes pertes, soit 50 à 250 tonnes par hectare de terre et par an, et qui sont donc entraînées par le ruissellement des sols nus sur les pentes raides (**Le Houerou, 1995**).

I.4.1.2- Facteurs anthropiques (humains)

Le Houerou (2002) a confirmé que dans la plupart des régions arides et semi-arides au cours des dernières décennies, les changements dans les systèmes de développement environnemental ont été associés à des changements dans les conditions socio-économiques et des changements dans les techniques de production. En effet, à mesure que les populations augmentent et que de plus en plus de personnes s'installent, on assiste à une expansion rapide de l'agriculture au détriment des meilleures zones pastorales où la végétation naturelle est détruite par des moyens mécaniques plus puissants. La pression accrue du bétail sur les zones pastorales en diminution et le prélèvement de produits ligneux pour répondre à la demande en combustible aggravent également ces dégâts (**Floret et al., 1992**). Ces différents phénomènes aggravent la fragilité des écosystèmes, réduisent leur capacité de régénération et réduisent leur potentiel productif.

I.4.1.2.1- L'accroissement du cheptel

Comme la croissance démographique, la croissance des troupeaux dans les zones steppiques est également responsable de la dégradation des parcours. Un élevage excessif détruit le couvert végétal protecteur et en même temps pulvérise la surface du sol en piétinant et en compactant le sol, ce qui réduit sa perméabilité, diminuant ainsi ses réserves en eau et augmentant le ruissellement (**Bedrani, 1994**).

I.4.1.2.2- Croissance démographique

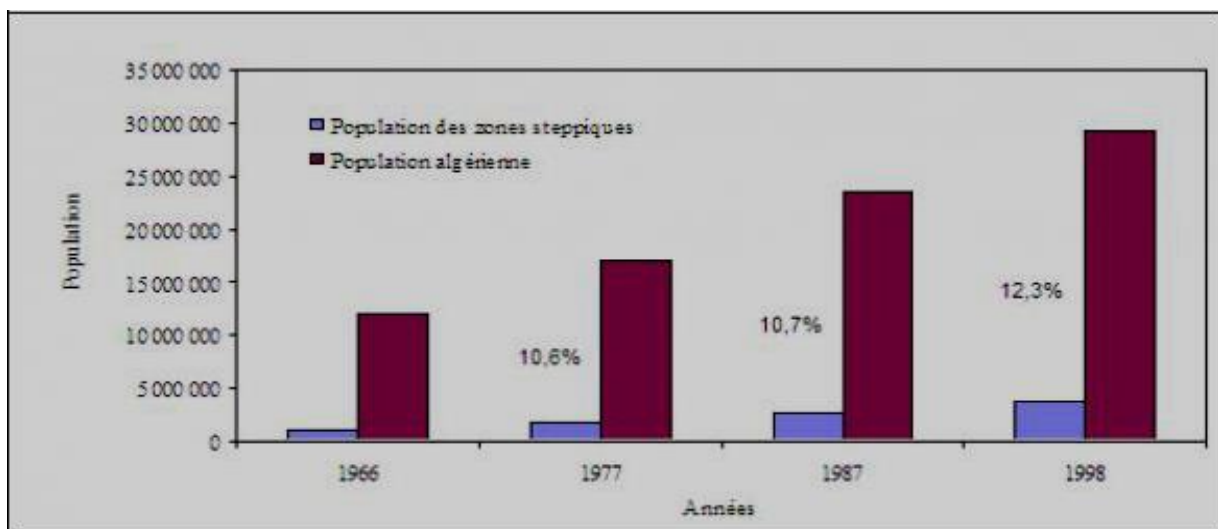
La forte croissance démographique semble être l'une des principales raisons de la dégradation des parcours steppiques. Selon le recensement général des résidents, la population vivant dans ces zones augmente à un rythme considérable.

Le déclin des populations vivantes et nomades dans des zones dispersées reflète l'importance de la sédentarité que la steppe a connue ces dernières années.

En fait, la sédentarisation est l'aboutissement du développement d'un processus de dégradation des sociétés pastorales (**Boukhobza, 1982**).

Il apparaît que la croissance démographique et un peuplement de plus en plus important ont entraîné une pression accrue sur les ressources et une intervention humaine anarchique.

La pression anthropique continue est une source importante de déséquilibre écologique dans les zones steppiques.



Source : Nedjraoui et Bedarni, 2008

Fig 5 : Évolution de la population steppique par rapport à la population totale algérienne.

Selon l'ONS (2008), la croissance démographique dans les régions steppiques est passée de 925 708 en 1954 à plus de 7 millions en 2010.

Selon **Moulai (2008)**, la population steppique est passée de 1 255 000 en 1968 à près de 4 millions en 1996. Au cours de la même période, la population nomade est passée de 540 000 à 200 000. Ce recul est dû au fait que le transpâturage diminue au profit de trajets très courts.

En effet, la forte concentration de la population conduit principalement au surpâturage et au défrichement.

I.4.1.2.3 - Surpâturage

Pour subvenir à leurs besoins et faire face à des conditions de vie très dures, il s'est avéré qu'il n'y avait guère d'autre possibilité que la reproduction. Ces itinéraires sont utilisés par bien plus d'animaux qu'ils n'en supportent réellement.

Le surpâturage est défini comme la suppression de la végétation en quantité supérieure au rendement annuel du pâturage (**Soto, 1997**).

Cette surexploitation est exacerbée par l'utilisation de véhicules de transport puissants et rapides (camions Gak 30) qui permettent la concentration d'un grand nombre de bétail dans les zones d'eau douce sans laisser le temps nécessaire au développement de la végétation (piétinement, surcharge, etc.).

Depuis 1975, la taille des moutons dans les steppes a presque doublé en 20 ans, passant de 8,5 millions en 1978 à plus de 15 millions en 1999, soit 83 % du cheptel national (**MADR,2000**).

I.4.1.2.4 - Défrichement et extension de la céréaliculture

Dans les années 1970, l'expansion de l'agriculture céréalière s'est caractérisée par l'utilisation généralisée de tracteurs à disques pour labourer des sols cassants et à texture grossière. Ce dernier travail du sol constitue un simple grattage de la surface, accompagné de la destruction presque complète des espèces pérennes. Ces techniques de travail du sol sont également érosives, souvent de manière irréversible (**Nadjimi et al., 2006**).

Selon le **Ministère de l'Agriculture (2008)**, la superficie cultivée en milieux steppiques est estimée à plus de 2 millions d'hectares, dont la plupart se trouve sur des sols fragiles en dehors des terres favorables au fond des vallées fluviales ou Dayates. La technique agricole utilisée est particulièrement agressive. Le travail superficiel des sols à texture rugueuse avec des charrues à disques ou des cultures de couverture est justifié car il est moins coûteux pour les agriculteurs et les éleveurs qui souffrent d'aléas climatiques importants et doivent obtenir au moins une récolte moyenne.

En effet, cette plantation irrégulière de vivaces a été remplacée par des annuelles incapables de retenir le sol (**Abdelguerfi et al., 1997**) et les faibles rendements obtenus (2 à 5 quintaux/ha) ont été plus que compensés par la perte de sol , (**Le Houerou, 2002**).

II.1- Définition des eaux usées

Les eaux usées sont des eaux souillées par des activités humaines ou toute eau circulant dans le réseau d'évacuation.

II.2- Les différents types des eaux usées

On distingue 04 types d'eaux usées :

a- Les eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques sont des eaux polluées par toutes les activités domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales). Ces eaux contiennent des matières minérales (chlorures, phosphates, sulfates, etc.), et des matières organiques constituées de composés ternaires, tels que les sucres et les graisses (**Vaillant, 1974**).

b- Les eaux pluviales et de ruissellement

Ce sont les eaux de pluie contenant des impuretés (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours). Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sorte de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des déchets végétaux, etc., et toute sorte de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents...etc. (**Desjardins, 1997**).

c- Les eaux usées industrielles

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques ce qui signifie que toutes les émissions des eaux non domestiques sont considérées comme des émissions industrielles. La définition couvre les émissions des usines, mais aussi les activités manuelles ou commerciales. Ces eaux sont diverses et peuvent être toxiques pour la vie aquatique ou les humains. Les eaux usées sont aussi des eaux utilisées dans les circuits de réfrigération pour nettoyer ou laver les équipements, les machines, les installations, les matières premières ou les produits dans les usines, et elles peuvent contenir des produits chimiques utilisés dans les processus de fabrication. Les déchets liquides sont des liquides produits lors de la fabrication; c'est le cas des solutions de produits chimiques, des solutions de sous-produits ou des liquides acides issus de la vidange des bacs de décapage métalliques (**Edline, 1979**).

b- Les eaux agricoles :

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est

conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement :

- Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation) ;
- Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides,...). (Grosclaude, 1999).

II.3- Épuration des eaux usées

Le traitement des eaux usées le plus approprié est celui qui fournit la qualité chimique et microbiologique requise pour une utilisation spécifique à faible coût et avec des exigences minimales d'exploitation et d'entretien. Les stations d'épuration, quel que soit le type de traitement, réduisent les charges organiques et les solides en suspension, et éliminent les composants chimiques des eaux usées qui peuvent être toxiques pour les cultures ainsi que les composants biologiques (micro-organismes pathogènes) qui affectent la santé publique.

II.4 - l'objectif d'épuration des eaux usées

L'objectif est d'obtenir une eau purifiée répondant aux normes de rejet prévues par la législation, qui pourra ensuite être rejetée sans danger du point de vue des risques pour la santé humaine et l'environnement.

Selon les caractéristiques des eaux usées et le degré d'épuration requis, différents procédés peuvent être mis en œuvre pour épurer les eaux usées.

Dans ce chapitre, nous nous intéressons à l'importance de l'utilisation des eaux usées traitées dans la restauration des pâturages et à la compréhension de la mesure dans laquelle elles contribuent à la création d'espaces de pâturage.

II.5- Les déversements des eaux usées dans le milieu naturel

Le rejet direct des eaux usées domestiques dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant les rivières en égouts à ciel ouvert. Cette pollution peut aller

jusqu'à la disparition de toute vie. Il faut retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible (**Chellé *et al.* 2005**). Quand les eaux usées ou les eaux résiduelles industrielles ne sont pas épurées avant leur rejet

dans le milieu naturel, l'altération de ce dernier et les déséquilibres qui s'y produisent ont non seulement des effets immédiats sur les utilisations de l'eau, mais aussi des effets à long terme, parfois irréversibles dans le domaine de la vie humaine (**Vaillant, 1974**).

II.5.1- La nécessité de l'épuration

L'épuration des eaux est un ensemble de techniques qui consistent à purifier l'eau soit pour recycler les eaux usées dans le milieu naturel, soit pour transformer les eaux naturelles en eau potable. Les caractéristiques d'une station d'épuration et le degré de traitement doivent être tels que l'effluent n'altère pas l'état du milieu récepteur dans une mesure incompatible avec les exigences de l'hygiène et de la salubrité publique et d'une façon générale, avec les exigences des diverses utilisations ou activités (alimentation en eau des hommes et des animaux, utilisation agricole ou industrielles, production piscicole ou production de coquillages, navigation, baignades et autres activités sportives) (**Hamsa, 2006**).

II.5.2- Les stations d'épuration (STEP)

Elles constituent une autre voie d'élimination des eaux usées dans la mesure où celles-ci y subissent toute une batterie de traitements avant leur déversement dans le milieu naturel. Une STEP, généralement placée à l'extrémité aval d'un réseau est conçue pour épurer les eaux usées et limiter l'apport en excès de matière organique et dans certains cas, de substances minérales telles les nitrates et les phosphates dans les milieux récepteurs, sachant que certaines substances contenues dans un effluent, à partir d'une certaine concentration, peuvent constituer un danger pour la communauté aquatique, l'épuration des eaux usées diminue l'impact sur les écosystèmes aquatiques (**Brière, 1994**).

II.6-Les cultures autorisées

Les parcelles destinées à être irriguées avec des eaux usées épurées ne doivent porter aucune culture, autre que celles figurant sur la liste indiquée (Tableau 2).

Tableau 2 : Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées
(Extrait de Journal Officiel n°41 du décret exécutif n°07-149, publié en Janvier 2012)

Groupes de cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées	Liste des cultures
Arbres fruitiers (*)	Dattiers, vigne, pomme, pêche, poire, abricot, nêfle, cerise, prune, nectarine, grenade, figue, rhubarbe, arachides, noix, olive.
Agrumes	Pamplemousse, citron, orange, mandarine, tangerine, lime, clémentine
Cultures fourragères (**)	Bersim, maïs, sorgho fourragers, vesce et luzerne
Culture industrielles	Tomate industrielle, haricot à rames, petit pois à rames, betterave sucrière, coton, tabac, lin
Cultures céréalières	Blé, orge, triticales et avoine
Cultures de production de semences	Pomme de terre, haricot et petit pois
Arbustes fourragers	Acacia et atriplex.
Plantes florales à sécher ou à usage industriel	Rosier, iris, jasmin, marjolaine et romarin

(*) L'irrigation avec des eaux usées épurées est permise à condition que l'on cesse l'irrigation au moins deux (2) semaines avant la récolte.

Les fruits tombés au sol ne sont pas ramassés et sont à détruire.

(**) Le pâturage direct dans les parcelles irriguées par les eaux usées épurées est strictement interdit et, ce afin de prévenir toute contamination du cheptel et par conséquent des consommateurs.

L'irrigation, avec des eaux usées épurées des cultures maraîchères dont les produits sont consommés crus est interdite.

Les parcelles destinées à être irriguées avec des eaux usées épurées ne doivent porter aucune culture, autre que celles figurant sur la liste indiquée.

Les parcelles irriguées, au moyen des eaux usées épurées, doivent être éloignées de plus de 100 mètres des routes, des habitations, des puits de surface et autres ouvrages destinés à l'alimentation en eau potable. Tout raccordement avec une canalisation transportant de l'eau potable est interdit.

II.7- Situation de la réutilisation des EUE en Algérie

a-Situation des stations d'épurations

Pour sécuriser de façon définitive l'alimentation des populations en eau potable, tout en protégeant les ressources en eau et les milieux naturels contre les effets de la pollution, les pouvoirs publics ont décidé de s'orienter vers une politique de mobilisation des ressources en

eau non conventionnelles, constituées par les eaux de dessalement (ou de déminéralisation) et par les eaux usées épurées (MREE, 2016).

La réalisation de stations d'épuration présente des intérêts multiples, non seulement pour la protection des ressources en eau (oueds, barrages, nappes...) contre la pollution mais aussi la possibilité de réutiliser les eaux usées épurées pour satisfaire divers usages tels que l'irrigation ou l'industrie.

Actuellement, on dispose de 177 systèmes épuratoires (classiques, lagunes et expérimentales) avec :

- Capacité totale installée : 805 hm³/an (13 millions Equivalant Habitant)
- Volume annuel épuré : 377 hm³ (soit 46% de la capacité installée).

La répartition des rejets d'eaux usées épurées par Impact se présente comme suit :

- Protection du littoral : 34 STEP (120 millions de m³/an).
- Protection des lacs et Sebkhass : 07 STEP (34 millions de m³/an).
- Protection des barrages : 26 STEP (79 millions de m³/an).
- Protection des nappes : 32 STEP (53 millions de m³/an).
- Protection des oueds : 78 STEP (91 millions de m³/an) (M.R.E., 2016)

b-Situation actuelle de la réutilisation

Le volume réutilisé actuellement à partir de 17 STEP est de 50 millions de m³/an couvrant une superficie de 11.437 ha.

Les périmètres en cours de réalisation à l'aval de 04 STEP portent sur une superficie totale de 7.900 ha pour un volume de 35 millions de m³/an, soit une superficie globale de 19.337 ha à partir de 21 STEP et un volume de 85 millions de m³/an.

III. Présentation du milieu d'étude

III.1- Situation géographique de la région d'étude

La commune de Mécheria est une commune appartenant à la zone des Hautes Plaines steppiques du Sud-Oranais située dans la partie Nord-Est de la wilaya de Nâama avec sur une superficie de 750,12 km². Limitée par trois communes El Biodh au nord, Nâama au sud, la willaya d'El Bayadh à l'Est et Nâama et El Biodh à l'ouest.

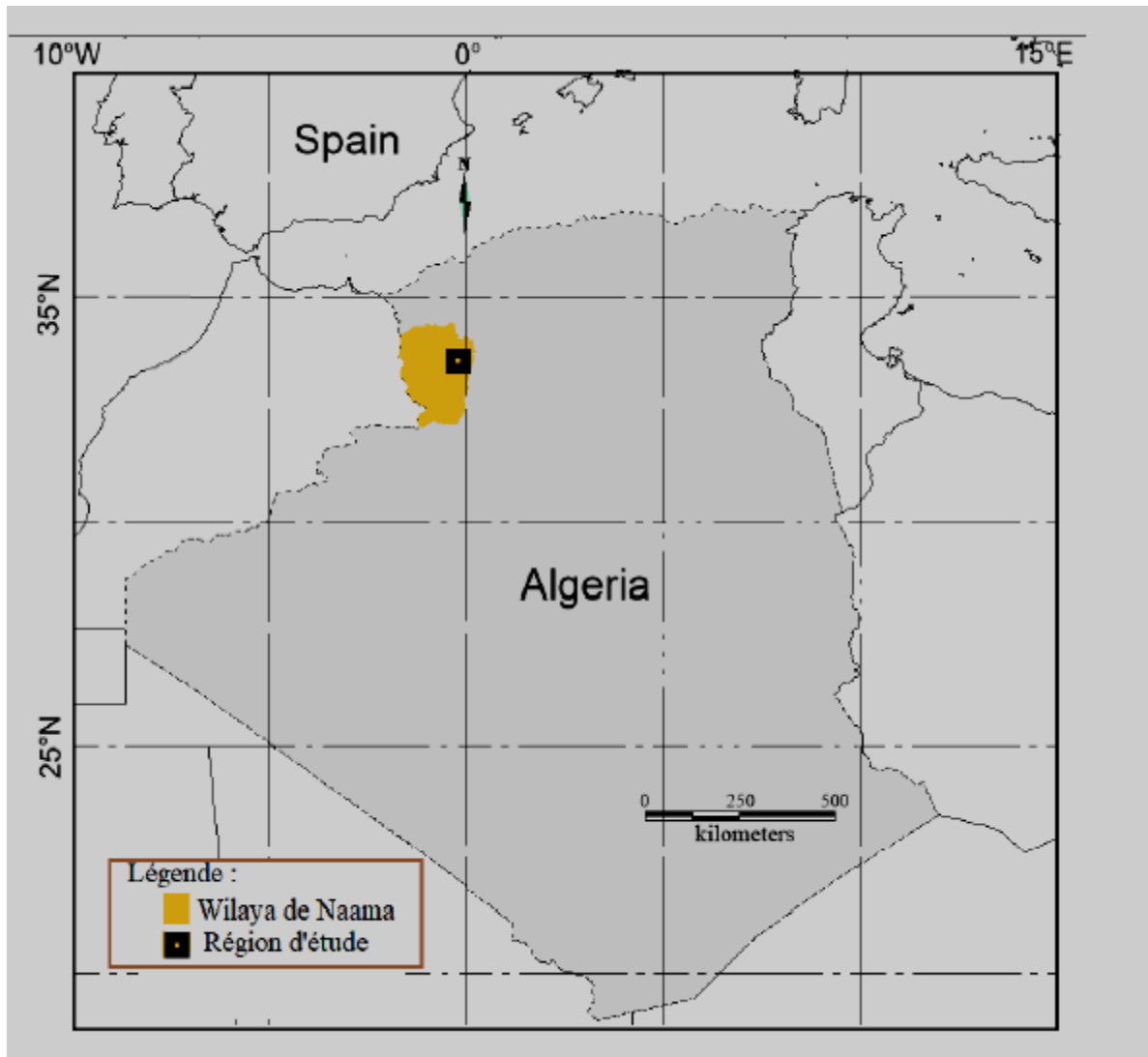


Fig 6 : Localisation de la région de Mecheria

III.2-Cadre physique

III.2.1- Géologie

La zone d'étude est caractérisée par une structure stable à activité tectonique limitée avec une stratigraphie de dépôts essentiellement continentaux Miocène, Pliocène et Quaternaire (Mahammedi *et al.*, 2016).

III.2.2-Pédologie

La lithologie sur le plan spatiale présente une multitude de formations liées étroitement à la morphologie de la zone d'étude, cela se manifeste par la présence d'encroûtements calcaires, en plus d'alluvions surtout dans les zones de dépressions chotts et dayas.

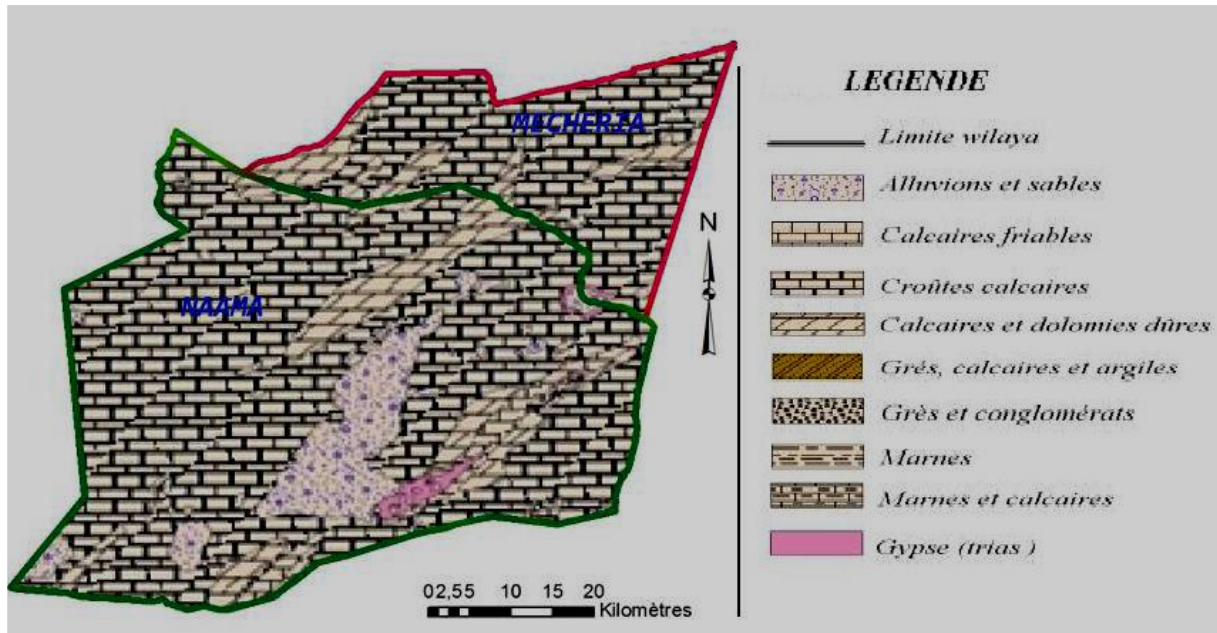


Fig 7 : Carte lithologique (Anonyme, 2009)

La sensibilité de la zone d'étude à l'érosion hydrique ou éolienne est nettement visible au niveau de tous les faciès, autant plus que la zone est soumise à des fréquences de vent violents ce qui engendre une dégradation de la couverture végétale.

Les aspects pédologiques (fig 7) permettent de faire la corrélation entre la nature des sols avec les unités géomorphologiques. En effet, nous distinguons :

III.2.2.1- Sols calcimagnésiques

Ils occupent la principale surface lithologique de la région de Nâama. Cette classe est représentée par plusieurs types de sols :

a. Les Rendzines : Ils sont sur les pentes des djebels. Ils sont minces, grumeleux et pauvres en matière organique.

b. Sols bruns calcaires et sols bruns calciques : répartis sur les glaciers du Quaternaire inférieur et moyen, la profondeur est généralement comprise entre 10 et 30 cm.

c. Sols à encroûtement gypseux : ils sont situés dans des glaciers connectés et des zones bloquées.

III.2.2.2- Sols minéraux bruts

Ils sont représentés par 03 catégories :

a- Sols minéraux bruts d'érosion : Ils sont situés sur des pentes abruptes où la couche de surface est constamment entraînée, empêchant la formation de sols. Cependant, la couverture végétale est très insignifiante, avec seulement quelques restes de chêne vert (*Quercus ilex*) et de genévrier (*Juniperus oxycedrus*).

b- Sols minéraux bruts d'apport alluvial : ils se situent au niveau des vallées fluviales importantes. Ils ont une texture sableuse, une forte charge pierreuse et leur profondeur est variable.

c- Sols minéraux bruts d'apport éolien : ils sont constitués de sable et de dunes plus ou moins mouvantes. Ces sols sont occupés par des moisissures sableuses, dont *Aristida pungens* et *Arthrophytum scoparium*.

III.2.2.3- Les sols peu évolués

Ce sont des sols non aménagés sur socle rocheux dur (calcaire et grès) ou tendre (marne) avec de fortes proportions d'éléments grossiers, une forte charge pierreuse et de faibles proportions de matière organique (< 2 %). Un petit nombre de sols évolutifs apportés par les alluvions occupent surtout les zones basses (extensions, daïa, canaux secs).

Ces sols représentent la majeure partie des terres arables. Petits sols évolutifs apportés par les colluvions : contreforts qui occupent notamment les djebels et les cônes de dépression.

III.2.2.4- Les sols halomorphes

Ils sont situés au niveau des dépressions (Chott et sebkha) et du prolongement du canal sec principal. Ces sols se développent sur des alluvions à texture sablo-limoneuse, qui se répartissent autour des chotts et sebkhas et dans les auréoles à la base des glaciers.

Leur couverture végétale, bien qu'homogène dans l'ensemble, varie en fonction des niveaux de salinité et d'humidité. Lorsque la salinité est trop élevée, la végétation est constituée d'hyperhalophytes (*Halocnemum strobilaceum*). Cependant, lorsque cette salinité est réduite, on rencontre un paillis d'halophytes, qui comprend (*Atriplex halimus*, *Salsola Vermiculata* et *Suaeda fruticosa*).

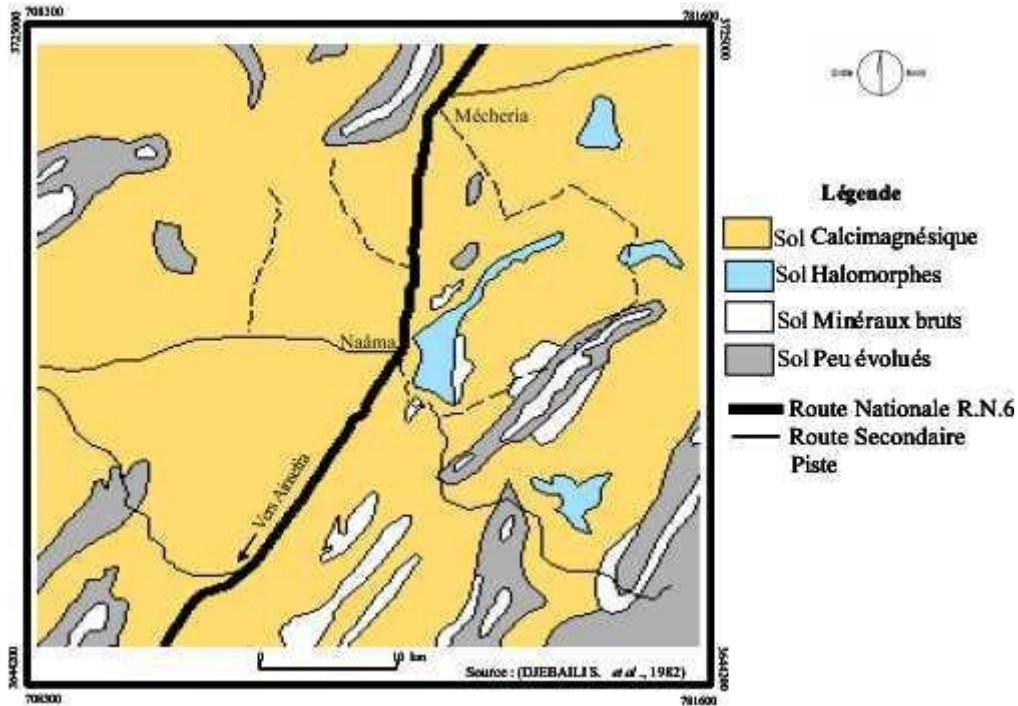


Fig 8 : Extrait de la carte pédologique de la wilaya de Nâama - région centre
(Djebaili *et al.*, 1982)

III.2.3- Hydrogéologie

En absence d'études hydrogéologiques et d'après une étude menée en 2010 par la DHW (Direction des services hydrauliques de la wilaya de Nâama), la géologie de la zone a favorisé la formation des aquifères ainsi le potentiel hydrique est source de deux domaines:

- Les nappes phréatiques, exploitées principalement par les sources ;
- Les nappes profondes, exploitées principalement par les forages.

Le réseau hydrographique et les écoulements sont conditionnés par la structure du relief.

III.3-Cadre climatique

Le climat est un facteur limitant dans la progression ou la régression de tout écosystème. Le climat se manifeste à plusieurs échelles spatiales et à chacune d'elles apparaissent des problèmes particuliers (changement climatique). Avec ses principaux paramètres le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants dans leur environnement (Faurie *et al.*, 1980).

Les difficultés autrefois liées à l'insuffisance de postes météorologiques sont actuellement résolues par la disponibilité de micro stations informatisées qui peuvent couvrir de

vastes territoires avec la facilité de recueillir les données en temps réel et seulement au bureau.

Les facteurs climatiques regroupent un ensemble de facteurs énergétiques constitués par la lumière et la température, par le facteur hydrologique présenté par les précipitations et les humidités de l'air et les facteurs mécaniques avec le vent et l'enneigement (**Ramade, 1984**). Les principaux facteurs climatiques, régissant l'extension du pin d'Alep, ce sont surtout la répartition de la pluviométrie, la sécheresse estivale et la moyenne des minima des mois les plus froids (m) qui exercent une action prépondérante et significative sur l'évolution des peuplements naturels (**Kadik, 1986**).

Dans cette étude on a exploité les données climatiques issues de la station météorologique de Mécheria (tableau3) pour la période 1985-2016.

Tableau 3 : Caractéristique de la station météorologique

Station	Localisation	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Mécheria	à 30 km Nord du chef-lieu de wilaya	33°31' N	00°17' W	1149

III.3.1- Précipitations

Le climat méditerranéen se caractérise par une répartition irrégulière des précipitations au cours de l'année avec une période de sécheresse estivale plus ou moins importante qui représente la principale contrainte pour la végétation (**Daget, 1977**). le tableau 4, a fait ressortir que le minimum pluviométrique est enregistré durant le mois de Juillet avec 6 mm alors que le maximum est en Avril avec 26,8 mm.

La répartition saisonnière des précipitations est particulièrement importante pour le développement des annuelles dont le rôle est souvent prédominant dans la physionomie de la végétation (**Musset, 1935**).

Les précipitations les plus importantes sont celles enregistrées durant l'automne et le printemps, l'irrégularité de la pluviométrie est nettement prononcée dans la région. Le régime saisonnier des précipitations de la station de Mécheria est de type (PAEH).

Tableau 4 : Variations des précipitations moyennes mensuelles pour la période (1985-2016)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
P(mm)	20,1	15,7	22,8	26,8	18,6	15,9	6	10,2	24,1	23,7	24,1	14,7	198,6

(Source : **ONM**)

III.3.2-Température

La température est également un facteur écologique fondamental en tant qu'indice climatique vital et déterminant dans la vie des végétaux. Elle conditionne en effet la durée de la période de végétation. La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivants dans la biosphère (**Ramade, 2003**).

Des valeurs des moyennes annuelles «T» et mensuelles et les valeurs moyennes des minima du mois le plus froid « m » et des maxima du mois le plus chaud « M » (**Emberger, 1930**). Le tableau 5 montre que la température mensuelle la plus chaude est de l'ordre de 37,6°C enregistrée durant le mois de juillet, et la température mensuelle la plus froide est du mois de janvier qui a la valeur de 2,5°C.

Tableau 5 : Valeurs moyennes mensuelles des températures de la station de Mécheria

Station		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mécheria	Min (°C)	2,5	3,65	6	8,28	12,92	17,89	19,36	19,95	16,58	12,04	6,65	3,55
	Max (°C)	9,26	11,77	16,78	18,7	25,6	30,37	37,6	35,99	28,61	25,64	14,61	10,33
	T moy (°C)	5,88	7,71	11,39	13,49	19,26	24,13	28,48	27,97	22,73	18,84	10,63	6,94

La zone d'étude est caractérisée par un hiver très froid, les chutes de neige est fréquemment enregistrées. La fréquence annuelle moyenne avoisine les 4 jours pour la station de Mécheria, néanmoins la période d'enneigement s'étale durant toute la saison hivernale. Cet enneigement est considéré à la fois comme facteur favorable à la croissance de la végétation et une réserve précieuse en eau.

III.3.3- Jours de la gelée

Selon **Seltzer (1946)**, le givre est un phénomène défini comme le dépôt de cristaux de glace sur une surface qui se produit à des températures minimales inférieures à 0°C. Comme l'espace sur le plateau des Hauts. Ces gelées sont des facteurs limitants pour les pratiques agricoles et pour les végétations sensibles, notamment celles qui fleurissent plus tôt. Cela nécessite de tenir compte de cette période de gel lors de l'élaboration des calendriers culturaux, principalement pour les cultures maraîchères de plein champ et l'arboriculture à floraison précoce (**Amara, 2010**).

Pour notre zone d'étude, les gelées sont sévères et fréquentes en hiver et même au début du printemps, avec une moyenne estimée à 40,4 jours par an à la station Mécheria.

III.3.4 - Vents

La fréquence annuelle est élevée, avec une moyenne de 18 jours par mois, et la plupart des vents sont enregistrés avec du sable. Les vents dominants viennent du nord (nord, nord-ouest, nord-est). Ils représentent 48 % de la fréquence totale ; les vents d'ouest et d'est représentent respectivement 16 % et 4,6 % ; et les vents du sud (sud, sud-est, sud-ouest) représentent 31,4 %.

Dans ces espaces secs au couvert végétal dégradé, le vent est considéré comme le principal moteur de l'érosion éolienne, entraînant la formation de couches de sable et la désinfection des terres herbeuses (Aggoun, 2016).

III.3.5 - Synthèse bioclimatique

Selon **Emberger (1955)**, un indice climatique est une combinaison des moyennes des différentes composantes du climat, en particulier la température et les précipitations, et une combinaison qui interprète mieux les données climatiques. La synthèse des données climatiques permet ainsi de classer ce climat pour mieux comprendre la répartition et le comportement des différentes associations végétales et animales (**Benmedah, 2010**). Cette synthèse nécessite plusieurs métriques, que nous avons spécifiquement réservées.

III.3.5.1- Amplitude thermique moyenne et indice de continentalité

L'amplitude thermique moyenne extrême (M-m) est un indice climatique très important car il définit si la zone est sous influence océanique ou continentale selon ce que l'on appelle « l'indice continental » (tableau 6).

Tableau 6 : Type de climat en fonction des amplitudes thermiques

Station	M (°C)	m (°C)	(M-m)°C	Type de climat
Mécheria (1985-2016)	37,6	2,50	35,1	continental

La classification thermique des climats proposée par **Debrach (1953)** est fondée sur l'amplitude (M-m) :

- Climat insulaire : $M-m < 15 \text{ °C}$.
- Climat littoral : $15 \text{ °C} < M-m < 25 \text{ °C}$.

- Climat semi- continental : $25^{\circ}\text{C} < M-m < 35^{\circ}\text{C}$.
- Climat continental : $M-m > 35^{\circ}\text{C}$.

D'après la classification mentionnée au tableau 4, on confirme que notre zone d'étude subit des influences continentales.

III.3.5.2- Indice de sécheresse estivale (I.e)

Selon **Emberger (1955)**, l'indice de sécheresse estivale (**I.e**) est le rapport entre les valeurs moyennes des précipitations estivales (**P.E**) et la moyenne des maxima du mois le plus chaud « M » ($^{\circ}\text{C}$). dont **I.e = P.E/M**.

Tableau 7 : Indice de sécheresse estivale

Station	P.E (mm)	M ($^{\circ}\text{C}$)	I.e
Mécheria 1985- 2007	32,1	37,6	0,85

Il ressort du Tableau 7 que l'indice de sécheresse calculé est très inférieur à 5 pour cette période, ce qui indique selon la grille de **Daget (1977)** l'appartenance de la zone d'étude au climat méditerranéen à sécheresse estivale bien marquée.

III.3.5.3- Indice d'aridité de Martonne

Selon **De Martonne (1923)** l'indice d'aridité est utile pour évaluer l'intensité de la sécheresse ; il est exprimé par la relation : **I = P/ (T+10)**.

P : Précipitation moyenne annuelle en (mm) ;

T : Température moyenne annuelle en ($^{\circ}\text{C}$).

Tableau 8 : Indice de **De Martonne** pour la station de Mécheria (1985-2016)

Station	Indice	Type de climat
Mécheria	8,36	Climat steppique

Le tableau 8, nous a permis de constater que la station de Mécheria est sous l'influence d'un climat steppique.

Tableau 9 : Indice de **De Martonne** (Ancienne période 1913-1938).

Station	P (mm)	T ($^{\circ}\text{C}$)	I (mm/ $^{\circ}\text{C}$)
Méchéria	296,9	13,75	12,5

Tableau 10 : Indice de **De Martonne** (Période intermediaire1980-2004)

Station	P (mm)	T (°C)	I (mm/°C)
Méchéria	161,39	11	7,68

- Pour l'ancienne période (1913-1938), l'indice de **De Martonne** calculé pour la station de Méchéria est de 12,5, ce dernier indique l'appartenance de la station Méchéria à l'étage semi-aride sec à drainage temporaire et à formation herbacée.

- Pour la période (1980-2004) au contraire, la station de Méchéria appartient à un régime désertique à écoulement temporaire avec 7,68.

En comparant les valeurs de cet indice pour les deux périodes de références, on remarque qu'il baisse dans le temps d'où une aridité croissante.

- Pour la nouvelle période (1985-2016), on assiste à une augmentation légère de cet indice qui est de l'ordre de 8,36 ce qui signifie diminution de l'aridité.

III.3.5.4- Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen(1953)

Gaussen et Bagnouls (1953) ont défini un mois sec comme un mois où la somme des précipitations moyennes en (mm) est inférieure à deux fois la température moyenne ($P \leq 2T$) pour ce mois. La carte à température constante de **Bagnouls et Gaussen (1953)** permet de calculer la durée de la saison sèche. Il prend en compte les précipitations moyennes mensuelles et la température moyenne mensuelle pour la période spécifiée.

Dans notre cas, l'examen de diagramme ombrothermique (Fig 9) a montré que la station Méchéria a connu une sécheresse de 8 mois, généralement de mars à novembre. Cela confirme l'intensité de la sécheresse dans la région.

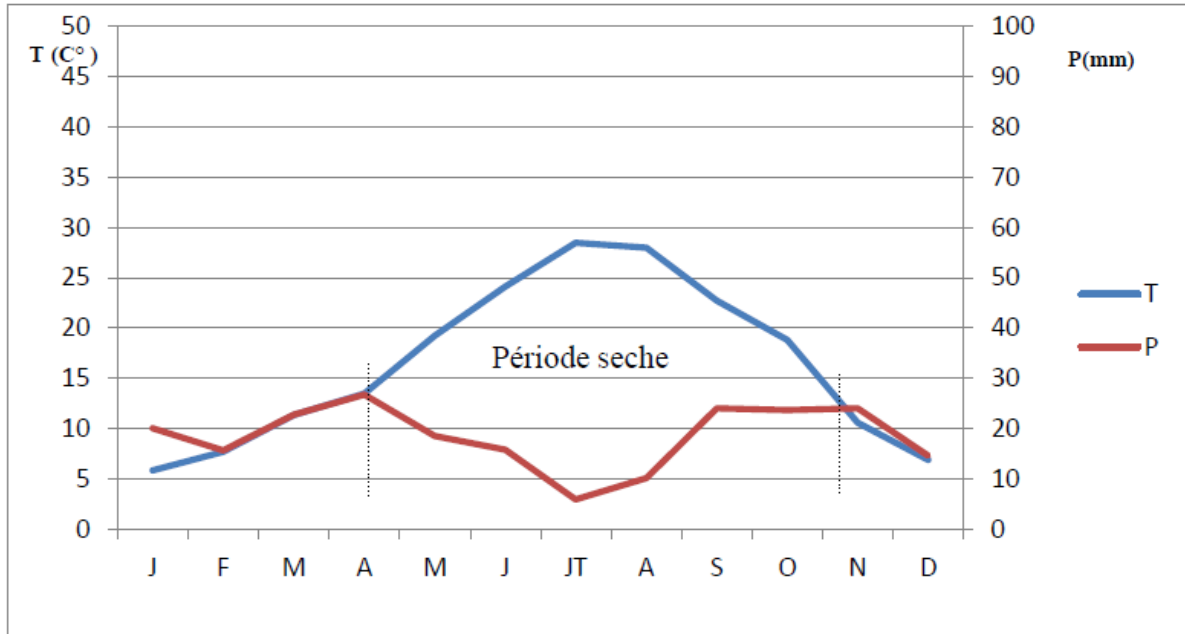


Fig 9 : Diagramme ombrothermique de **Bagnouls et Gaussen** (Station de Mécheria) pour la période (1985-2016)

III.3.5.5- Quotient pluvio-thermique et climagramme d'Emberger (1955)

C'est le calcul d'indice d'aridité annuelle en tenant compte des précipitations et de la température. Cet indice a pour but la détermination de l'étage bioclimatique.

$$Q2 = \frac{2000P}{(M^2 - m^2)}$$

- P: moyenne des précipitations annuelles (mm) ;
- M: moyenne des maxima du mois le plus chaud (°k) ;
- m: moyenne des minima du mois le plus froid (°k) ;
- $T (^{\circ}k) = T (^{\circ}C) + 273,2$

Tableau 11 : Valeur du Q2 et étages bioclimatiques.

Station	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q 2	Etage Bioclimatique
Mécheria (1985-2016)	221,2	3,6	2,5	21,49	Aride moyen à Hiver frais

En reportant cette valeur de Q2 sur le climagramme d'Emberger (tableau 11), on peut constater que la station de Mécheria est classée dans l'étage aride supérieur à hiver frais.

Tableau 12 : Correspondances entre les étages bioclimatiques en fonction de Q2 et P (mm)
Emberger, 1955 ; le Houerou, 1975 ; le Houerou *et al.*, 1977)

Q2	P (mm)	Etage Bioclimatique	
Q2 < 10	< 100	Saharien	
10 < Q2 < 45	100 à 200	Aride	Inférieur
	200 à 300		Moyen
	300 à 400		Supérieur
45 < Q2 < 70	400 à 600	Semi-aride	
70 < Q2 < 110	600 à 800	Subhumide	

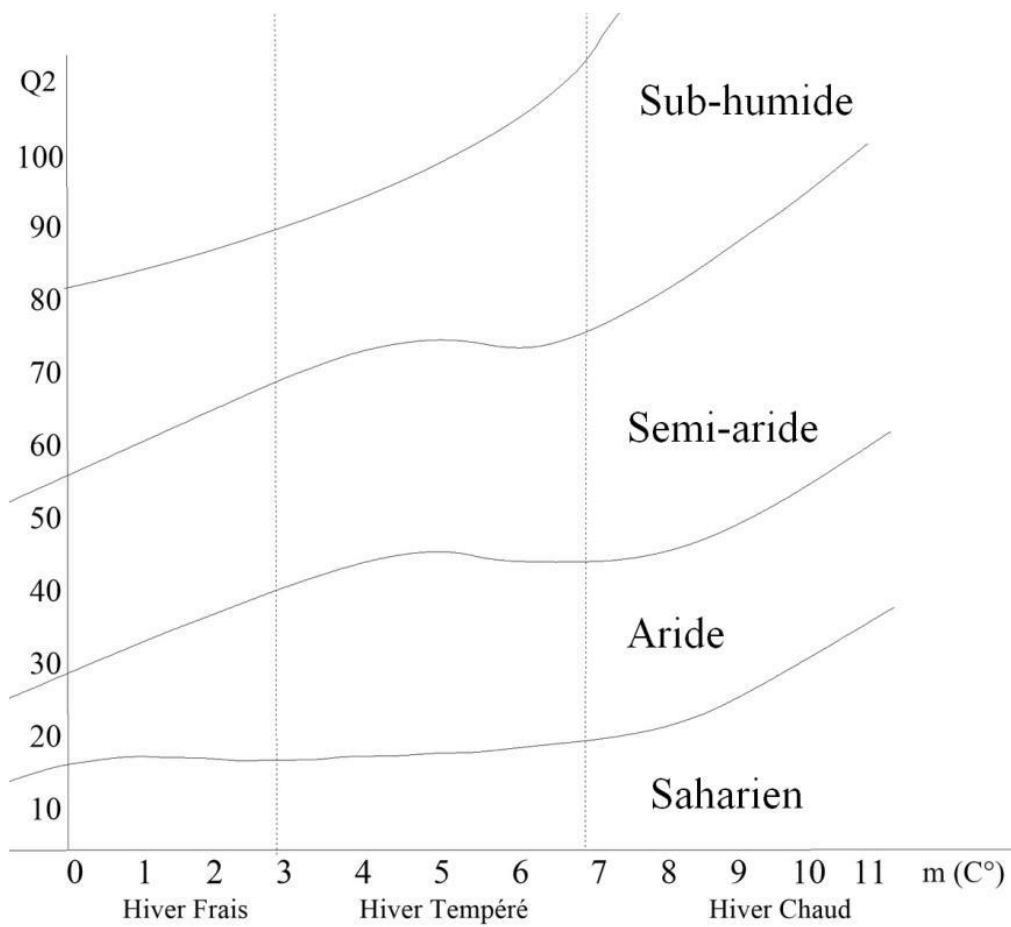


Fig 10 : Climagramme d'Emberger de la station de Mécheria

IV-Matériels et méthodes

IV.1-Présentation de la station d'épuration

La ville de Mécheria fait partie des régions qui ont pu bénéficier de Programme de relance économique et de soutien à la croissance y compris dans le secteur de l'eau qui a été une des priorités centrales des autorités.

Le projet de réalisation de la station d'épuration de Mécheria rentre dans le cadre du développement de la capacité d'épuration, pour faire face au développement économique et social que connaît la ville de Mécheria et la contribution à l'amélioration des conditions de vie des Habitants, ainsi que la protection de l'environnement.

Dans ce cadre, l'Office National de l'Assainissement, en tant que Maître d'Ouvrage, a assigné aux entreprises groupées COMSA/BUTEC, les travaux de réalisation de la Station d'Épuration de la ville de Mécheria. L'impact de ce projet sera :

- la protection de l'oued Sakhra vers Tousmouline ;
- la lutte contre les MTH,
- l'amélioration du cadre de vie des citoyens et la protection de la nappe phréatique. Il reste à retenir que les eaux traitées dans les stations d'épuration sont de très bonne qualité et conformes aux normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

Tableau 13 : Présentation de la station d'épuration

Unité	Naama	Date de mise en service	Novembre 2013
STEP	Mécheria	Date de transfert à l'ONA	Juillet 2016
Procédé d'épuration	Boue active	Lieu de rejet	Oued
Capacité en (Eq/hab)	92000	Impact final (Protection)	Protection la nappe et de l'environnement
Débit nominal en (m3/j)	12880		

I.2- Brève description du procédé d'épuration des eaux usées

Le projet prévoit un procédé classique d'épuration des eaux usées ménagères. Une épuration biologique par boue active en petite concentration avec un cycle de longue durée d'aération. Le débit des eaux usées est de 12880 m³/j.

Les paramètres des eaux usées à l'entrée de la STEP :

- DBO5 : demande biologique en oxygène - 393 mg/l;
- DCO : demande chimique en oxygène - 714 mg/l;
- MES (matières en suspension) – 500 mg/l
- Azote - 62 mg/l

Les paramètres de l'eau épurée :

- DBO5 - 25 mg/l
- DCO - 90 mt/ji
- MES matières en suspension – 30 mt/ji
- Azote – 10 mt/ji

L'effet de l'épuration est de :

- DBO5 – 94%
- DCO – 88%
- MES - 94%

Les eaux usées de la ville via le déversoir d'orage arrivent gravitairement au prétraitement pour un nettoyage mécanique. Cet aménagement comprend :

- Déversoir d'orage
- Une fosse à bâtards ;
- Grilles pour traitement grossier ;
- Une station de pompage ;
- Grilles pour traitement fin ;
- Dessableur – Déshuileur.

Dans la fosse à bâtards de 17,7 m³ de volume est réalisée une précipitation des impuretés insolubles ; ensuite l'eau arrive dans les canaux, où sont installées des grilles avec de grands espacements - une grille automatique avec des espacements de 40 mm, une deuxième grille manuelle de réserve avec des espacements de 50 mm. La tâche des grilles est la protection des pompes contre atteinte des grands flottant. Puis, par la pompe immergée, les écoulements sont pompés vers les grilles automatiques du traitement fin avec des espacements de 12 mm.

Il y a une grille de réserve avec des espacements 20 mm. Les déchets des grilles sont rassemblés dans des containers de 4 m³ de volume et sont transférés vers la décharge.

L'extraction du sable et les substances flottantes se font dans le dessableur - déshuileur.

Le dessableur - déshuileur représente un aménagement comprenant deux sections de dimensions de 10 m de longueur et 3 m de largeur. L'ouvrage est équipé d'aérateurs immergés de deux unités sur chaque ligne. Les aérateurs assurent la flottation des graisses se trouvant dans l'eau. Par le système des racleurs, les graisses se dirigent vers le concentrateur pour condensation et ensuite vers le container de 4 m³ de volume. Le sable affaissé est pompé vers le classificateur puis vers le container de 4 m³ de volume.

Le traitement biologique est prévu dans deux sections du réacteur biologique. Chaque section comprend trois zones :

- La zone anoxique ;
- La zone d'aération ;
- La zone du dégazage

Dans la zone anoxique arrive l'eau après le nettoyage mécanique. Ici même il y'a une recirculation des boues. Le mélange de l'eau et de la boue permet d'éviter l'accroissement des bactéries dans la zone d'aération.

Dans la zone de l'aération, il y a une décomposition des pollutions diluées se trouvant dans les eaux usées au moyen de l'oxydation biologique. L'activité vitale des microorganismes est assurée par l'approvisionnement en l'oxygène. Pour cela, sont installés des aérateurs (mono vitesse et double vitesse) au nombre de 12 unités par 06 dans chaque section.

La longueur du réacteur est de 33 m, la largeur de la section est de 13,5 m et la profondeur utile est de 4,5m.

Pour améliorer le Traitement, on prévoit une circulation interne des boues. Le mélange de boue et d'eau, par la pompe immergée installée en amont de la zone du dégazage, est pompé vers le canal de Venturi - Le canal est disposé le long du mur divisant le réacteur biologique.

Avant son admission dans les décanteurs secondaires l'eau passe dans les zones du dégazage pour éliminer les bulles d'air en vue de l'amélioration de la décantation de la boue. Dans les décanteurs secondaires se fait la décantation de la boue. A cet effet sont prévu deux décanteurs secondaires de diamètre 27 m et de 3.5 m de profondeur. La purification de l'eau se fait par l'hypochlorite du sodium dans le canal de chloration de 410 m³ de volume. Le temps du contact varie de 26,92 à 45,9 min en fonction de la variation du débit.

L'eau purifiée, via le canal Venturi et le canal de vidange de 800 mm de diamètre, est rejetée vers l'Oued.

Dans les décanteurs secondaires, la boue décantée se réunit dans le puisard ; du puisard, une partie de la boue, par les pompes installées dans la station de recirculation des boues, est pompée dans le canal de distribution du réacteur biologique (recirculation des boues), l'autre partie, par d'autres groupes de pompes, est pompée dans l'épaississeur de 16 m de diamètre et 03.5 m de profondeur.

La boue affaissée dans l'épaississeur est pompée vers la déshydratation et l'eau clarifiée vers la tête des installations d'épuration.

La déshydratation de la boue condensée est prévue par des filtres à bandes au nombre de 2 unités jusqu'à 80 % de l'humidité et ensuite est transportée vers la décharge.

Pour l'amélioration du procès de la déshydratation de la boue condensée on ajoute du coagulant. Par temps d'arrêt des ateliers de déshydratation mécanique on prévoit le transfert de la boue directement vers les lits de séchage au nombre de 07 lits et ensuite aussi transportée vers la décharge. Le volume des lits de séchage a été dimensionné pour une conservation de sept jours. Sur les lits de séchage l'humidité du dépôt atteint 70 %.

L'eau de drainage se formant pendant le traitement des lits de séchage, les canaux dans le bâtiment de la déshydratation est dirigée à la tête des installations d'épuration.

Les eaux usées s'écoulent dans la station d'épuration résultant de facteurs humains (population) et naturels (précipitations), où la quantité d'eau brute atteint 10047 m³/j et passe ensuite au processus de purification à travers des étapes différentes et régulières, la quantité d'eau épurée s'écoulant à l'extérieur de la station atteint 9266 m³/j et est disposé directement dans la vallée (Tableau 14).

Tableau 14 : Bilan de l'auto-surveillance

Paramètres	Débit moyen (m ³ /j)	N-NO ₂ (mg/l)	N-NO ₃ (mg/l)	NT (mg/l)	PO ₄ ⁻³ (mg/l)	PT (mg/l)	O ₂ dissous (mg/l)	Salinité (mg/l)	Conductivité (μS/cm)	T (°C)
Entrée l'eau brute	10 047	0,00	--			12,70	1,23		1057,00	10,20
Sortie l'eau épurée	9 266	0,27	6,92			5,20	1,56		854,00	10,50

IV.3-Présentation générale de station d'étude

Au niveau de la station d'étude, il y avait 6 relevés nécessaires répartis sur les deux milieux (irrigué et non irrigué) pour donner une image fidèle de la composition florale. Tous les relevés sont réalisés durant la période Printemps 2022.

IV.3.1- Milieu irrigué (station d'épandage)

Il s'étend sous forme d'une bande parallèle à la route qui relie les communes de Méchéria et Toussemouline sur 4 kilomètres et a une superficie de plus de 41,43 hectares. L'eau d'épandage provenant de la station d'épuration finit par se déverser dans Oued Khabaza, qui se caractérise par un couvert végétal dense (photo 1).



Photo 1 : Milieu irrigué par les eaux d'épandage de la station d'épuration de Méchéria, mars 2022



(Image Google Earth –offline map)

Fig 11 : Positions du milieu irrigué

IV.3.2 -Milieu non irrigué (station hors d'épandage).

C'est une vaste zone pastorale, caractérisée par une dégradation remarquable de la couverture végétale issue d'une grande sécheresse qui a touché la région depuis plusieurs années. Nous avons choisi quelques relevés proches du milieu irrigué comme témoins pour l'étude, où l'on retrouve les mêmes conditions abiotiques (climat, sol, etc.) (photo 2).



Photo 2: Milieu non irrigué (mars 2022)



Image Google Earth (offline map).
 Fig 12: Positions du milieu non irrigué

IV.4-Méthode d'étude

IV.4.1-Implantation et repérage du relevé

Sur le terrain, la première chose à faire avant d'implanter un relevé, est de procéder à un examen préliminaire de l'ensemble de l'emplacement, en explorant le terrain dans plusieurs directions pour déterminer les limites d'une zone floristiquement homogène c'est-à-dire une surface n'offrant pas d'écart de composition floristique appréciable dans ses différentes parties (**Guinochet,1973**) ; compte tenu de ce que la végétation donne à qui sait la lire les plus sûres indications sur la nature du milieu (**Flahault,1900**), cette homogénéité relative est la garantie que les conclusions qui seront tirées de l'étude stationnelle seront généralisables.

IV.4.2 - Méthodologie de travail

- Plan d'échantillonnage

L'échantillonnage constitue la base de toute étude floristique, il désigne l'ensemble des opérations qui ont pour objet de relever dans une population les individus devant constituer l'échantillon (**Gounot, 1969**). Le problème de l'échantillonnage consiste à choisir des éléments de façon à obtenir des informations objectives et une précision mesurable sur l'ensemble (**Gounot, 1969 ; Long, 1974**), respectant les règles d'échantillonnage qui sont : le hasard, la représentativité et l'homogénéité ; car un échantillon est un fragment d'un ensemble. Ces critères sont approchés par la notion d'aire minimale qui correspond à l'aire dans laquelle la quasi-totalité des espèces de la communauté végétale est représentée (**Gounot, 1969**).

L'échantillonnage des communautés végétales devrait comprendre deux étapes :

- La première consiste à analyser les échantillons eux-mêmes pour vérifier s'ils répondent aux critères d'homogénéité et de représentativité.

- La seconde correspond à des comparaisons d'échantillons pour tirer des conclusions valables sur les communautés (**Gounot, 1969 in Beldjazia, 2009**). L'auteur propose 04 types d'échantillonnage :

a – Echantillonnage systématique : Il consiste à disposer des échantillons selon un mode répétitif pouvant être représenté par un réseau de mailles régulières, de bande ou de transects, de segments consécutifs, de grilles de points ou de points quadra alignés. Selon (**Gounot, 1969**), c'est une méthode d'échantillonnage dont les relevés se font systématiquement à

intervalle régulier, mais avec le risque de sur-échantillonnage ou bien sous échantillonner certaines stations.

b - Echantillonnage au hasard : Il consiste à tirer au hasard des diverses localisations des échantillons étudiés.

c – Echantillonnage stratifié : C'est une méthode qui consiste à subdiviser une communauté hétérogène en unités homogènes appelées strates ; l'échantillonnage stratifié permet d'obtenir des stations susceptibles de traduire le maximum de situations écologiques tout en étant représentatives du plus grand nombre de cas.

d – Echantillonnage subjectif : C'est la forme la plus simple et la plus intuitive d'échantillonnage (**Gounot, 1969**), qui consiste à choisir les échantillons qui paraissent les plus représentatifs est suffisamment homogènes (**Long, 1974**). Selon ce même auteur, l'échantillonnage subjectif constitue un point de départ pour les recherches phytoécologiques; il permet, en effet, de juger de la validité du choix de la variable retenue pour conduire l'échantillonnage stratifié. Le choix du type d'échantillonnage se base sur la réalité du terrain, sur les données bibliographiques et sur la nature des documents (photographies aériennes ou images satellites) (**Ali tatar, 2010**).

La méthode d'échantillonnage qui nous semble satisfaire notre objectif, s'avère être celle d'échantillonnage subjectif.

IV.5- L'aire minimale

Cette méthode consiste à déterminer la plus petite surface dite « aire minimale » (**Braun-Blanquet, 1952, Gounot, 1969 et Guinochet 1973**). Cette aire varie sensiblement en fonction de nombre d'espèces annuelles présentes au moment de l'exécution des relevés. Par la courbe aire-espèce, on détermine l'aire minimale qu'il faudra échantillonner, pour avoir une représentativité optimale, une aire au-delà de laquelle le nombre d'espèces rencontrée n'augmente pratiquement plus (**Gorenflot et De foucault, 2005**).

Le plan d'échantillonnage utilisé pour analyser la végétation est basé sur le principe de l'aire minimale. L'aire minimale varie de x à y m², en fonction du groupement végétal considéré. Les relevés ont été effectués durant la première semaine du mois de mai. C'est une période optimale, où généralement précédée de pluies qui favorisent l'apparition des plantes annuelles.

Période: Début mai 2022.

Pour notre travail, nous avons choisi une surface de relevé de 0.25 m²

IV.5.1 Grille de carrés emboîtés

Le système de la grille de carrés emboîtés est fondamental dans les enquêtes de phytosociologie.

Le dispositif le plus fréquemment utilisé est représenté sur la figure 13. On dresse la liste complète des espèces du carré 1 puis on recherche les espèces nouvelles du carré 2, du rectangle 3, du carré 4, etc. En définitive, cette méthode fournit la liste complète des espèces de l'aire analysée avec, pour chaque espèce le numéro de la surface dans laquelle elle est apparue.

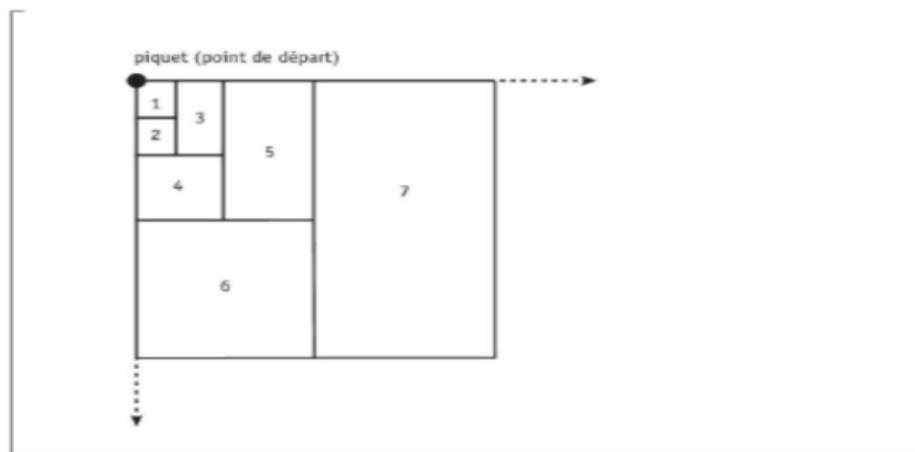


Figure 13 : Délimitation successive des différentes surfaces d'échantillonnage jusqu'à l'air minimale

IV.5.2-Matériel utilisé :

- 1 rouleau de ficelle
- 4 piquets
- 1 décamètre
- GPS pour localisation des sites et calcul de superficie

V. RESULTATS ET DISCUSSIONS

V.1- Composition et diversité floristique

V.1.2- Liste floristique

La flore des deux sites étudiés (zone d'épandage et hors zone d'épandage) englobe plusieurs espèces appartenant à diverses familles végétales. Les tableaux 15 et 16 rassemblent ces espèces avec leurs noms scientifiques leurs familles d'appartenance et leurs types biologiques.

Tableau 15: Liste des espèces recensées et identifiées dans la zone d'épandage

Ordre	Nom scientifique	Nom de famille	Type biologique
1	<i>Aizoon hispanicum</i>	Aizoaceae	Thérophyte
2	<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i> Pomel.	Asteraceae	Thérophyte
3	<i>Bromus rubens</i>	Poaceae	Thérophyte
4	<i>Bromus catharticus</i>	Poaceae	Thérophyte
5	<i>Centaurea riaeana</i>	Asteraceae	Hémicryptophyte
6	<i>Chenopodium album</i> L.	Amaranthaceae	Thérophyte
7	<i>Diplotaxis virgata</i>	Brassicaceae	Thérophyte
8	<i>Eruca vesicaria</i> ssp. <i>sativa</i>	Brassicaceae	Thérophyte
9	<i>Erodium cicutarium</i> L.	Geraniaceae	Thérophyte
10	<i>Filago pygmaea</i> L.	Asteraceae	Thérophyte
11	<i>Hordeum murinum</i>	Poaceae	Thérophyte
12	<i>Hypochaeris radicata</i>	Asteraceae	Hémicryptophyte
13	<i>Lathyrus hirsutus</i> L.	Fabaceae	Thérophyte
14	<i>Lactuca serriola</i> L.	Asteraceae	Thérophyte
15	<i>Lepidium latifolium</i>	Brassicaceae	Hémicryptophyte
16	<i>Lygeum spartum</i>	Poaceae	Hémicryptophyte
17	<i>Malva aegyptiaca</i> L.	Malvaceae	Thérophyte
18	<i>Marrubium vulgare</i>	Lamiaceae	Hémicryptophyte
19	<i>Medicago orbicularis</i> L.	Fabaceae	Thérophyte
20	<i>Paronychia</i> sp.	Caryophyllaceae	Hémicryptophyte
21	<i>Peganum harmala</i>	Nitrariaceae	Hémicryptophyte
22	<i>Phleum pratense</i> L.	Poaceae	Hémicryptophyte
23	<i>Potamogeton foliosus</i> Rof.	Potamogetonaceae	Thérophytes
24	<i>Rumex crispus</i> L.	Polygonaceae	Hémicryptophyte
25	<i>Rumex</i> sp.	Polygonaceae	Hémicryptophyte
26	<i>Rumex hydrolapathum</i> L.	Polygonaceae	Hémicryptophyte
27	<i>Schismus barbatus</i> (L.) TheII	Poaceae	Thérophyte
28	<i>Silybum marianum</i>	Asteraceae	Hémicryptophyte
29	<i>Stipa parviflora</i>	Poaceae	Hémicryptophyte

Tableau 16: Liste des espèces recensées et identifiées hors zone d'épandage

Ordre	Nom scientifique	Nom de famille	Type biologique
1	<i>Anabasis articulata</i>	Amaranthaceae	Chaméphyte
2	<i>Argyrolobium zanonii (turra)</i> P.W.Ball	Fabaceae	Chaméphyte
3	<i>Asphodelus</i> sp.	Liliaceae	Géophyte
4	<i>Astragalus</i> sp	Fabaceae	Chaméphyte
5	<i>Atractylis humilis</i>	Asteraceae	Hemicryptophyte
6	<i>Atractylis serratuloides</i>	Asteraceae	Chaméphyte
7	<i>Carduus nigrescens</i>	Asteraceae	Hémicryptophyte
8	<i>Centaurea riaeana</i> L.	Asteraceae	Hémicryptophyte
9	<i>Chrysanthemum reboudianum</i> (Pomel).Q.et S.)	Asteraceae	Thérophyte
10	<i>Echinopsspinosus</i> L. ssp. <i>eu-spinosus</i>	Asteraceae	Hémicryptophyte
11	<i>Erodium cicutarium</i> L.	Geraniaceae	Thérophyte
12	<i>Eruca vesicaria</i> ssp. <i>sativa</i>	Brassicaceae	Thérophyte
13	<i>Filago pygmaea</i> L.	Asteraceae	Thérophyte
14	<i>Herniaria fontanesii</i> J. Gay	Caryophyllaceae	Chaméphyte
15	<i>Launaea capitata</i>	Asteraceae	Chaméphyte
16	<i>Lygeum spartum</i>	Poaceae	Thérophyte
17	<i>Noaea mucronata</i>	Amaranthaceae	Chaméphyte
18	<i>Peganum harmala</i>	Nitrariaceae	Hemicryptophyte
19	<i>Plantago albicans</i>	Plantaginaceae	Thérophyte
20	<i>Romulea bulbocodium</i>	Iridaceae	Thérophyte
21	<i>Salvia verbenaca</i>	Lamiaceae	Hemicryptophyte
22	<i>Stipa parviflora</i>	Poaceae	Hemicryptophyte

V.2- Détermination de l'aire minimale et de la richesse spécifique en plantes herbacées

Les 44 espèces végétales, recensées dans la station d'étude représentée par les deux milieux, appartiennent à 16 familles botaniques.

Dans la zone d'épandage, les 13 familles recensées, en majorité, sont représentées par une seule espèce, sauf les familles des : Poaceae (07 espèces), Asteraceae (06 espèces), Brassicaceae et Polygonaceae (03 espèces chacune), Fabaceae (02 espèces). Concernant le milieu hors zone d'épandage, les 12 familles recensées sont représentées comme suit :

Asteraceae (08 espèces), Poaceae, Fabaceae et Amaranthaceae (02 espèces chacune) tandis que les familles restantes sont composées d'une seule espèce (Tableau 17).

Tableau 17: Nombre d'espèces inventoriées dans les deux milieux.

	Zone d'épandage	Hors zone d'épandage
Surface de l'aire minimale (m ²)	128	128
Nom des familles	Nombre d'espèces	
Poaceae	7	2
Asteraceae	6	8
Brassicaceae	3	1
Polygonaceae	3	0
Fabaceae	2	2
Amaranthaceae	1	2
Caryophyllaceae	1	1
Lamiaceae	1	1
Aizoaceae	1	0
Nitrariaceae	1	1
Geraniaceae	1	1
Malvaceae	1	0
Potamogetonaceae	1	0
Plantaginaceae	0	1
Iridaceae	0	1
Lilaceae	0	1
Nombre total d'espèces (= richesse spécifique)	29	22

a -Zone d'épandage

Pour déterminer l'aire minimale graphiquement, nous avons tracé la courbe représentative du nombre d'espèces en fonction de la superficie des relevés. Notons que le nombre d'espèces utilisé est le nombre moyen calculé à partir des relevés réalisés par zone.

Tableau 18 : Nombre d'espèces par relevé (zone d'épandage)

Nombre d'espèces				Superficie de relevé (m ²)
R1	R2	R3	Nombre moyen	
6	5	4	5	0,25
6	9	5	7	0,5
7	10	6	8	1
9	11	7	9	2
10	13	11	11	4
11	15	11	12	8
12	18	11	14	16
12	19	11	14	32
12	22	11	15	64
12	27	11	17	128
12	27	11	17	256
12	27	11	17	512

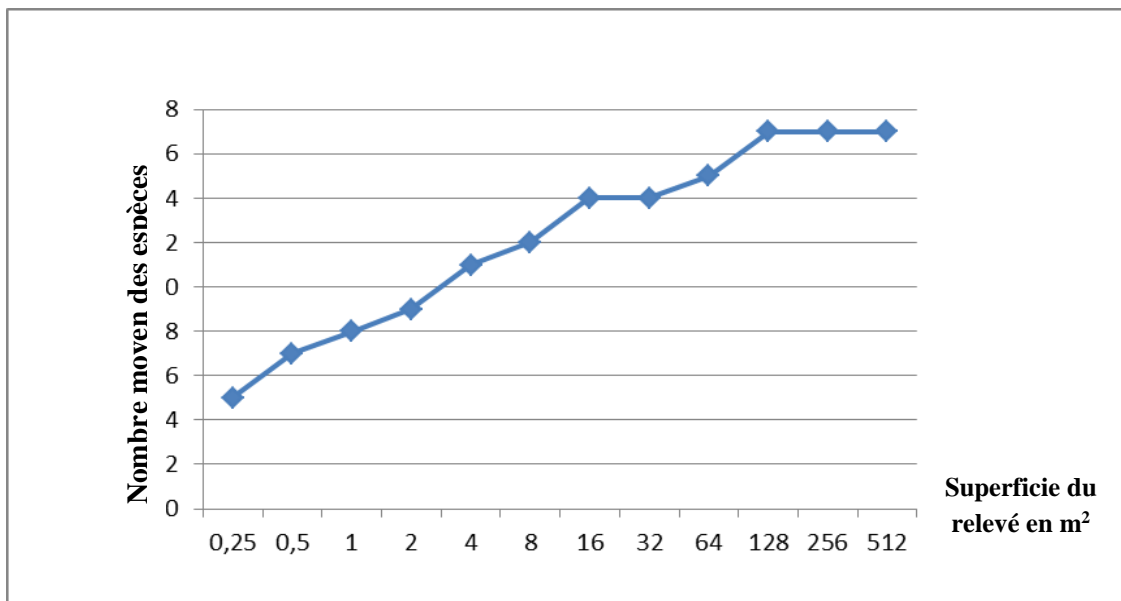


Fig 14 : Illustration graphique de la variation du nombre d'espèces végétales en fonction de la superficie des relevés dans la zone d'épandage

Nous constatons que le nombre d'espèces augmente avec l'augmentation de la surface des relevés, à partir de 128 m², le nombre d'espèces stationne et reste constant, ce que signifie que la totalité des espèces de la zone concernée sont représentées. Donc l'aire minimale est égale à 128 m² (fig 14).

b- Hors zone d'épandage

Tableau19 : Nombre d'espèces par relevé (Hors zone d'épandage)

Nombre d'espèce				Superficie du relevé (m ²)
R1	R2	R3	Nombre moyen	
6	4	4	5	0,25
8	5	6	6	0,5
9	7	8	8	1
9	8	8	8	2
13	9	9	10	4
15	9	9	11	8
15	10	10	12	16
19	10	11	13	32
20	10	11	14	64
20	10	12	14	128
20	10	12	14	256
20	10	12	14	512

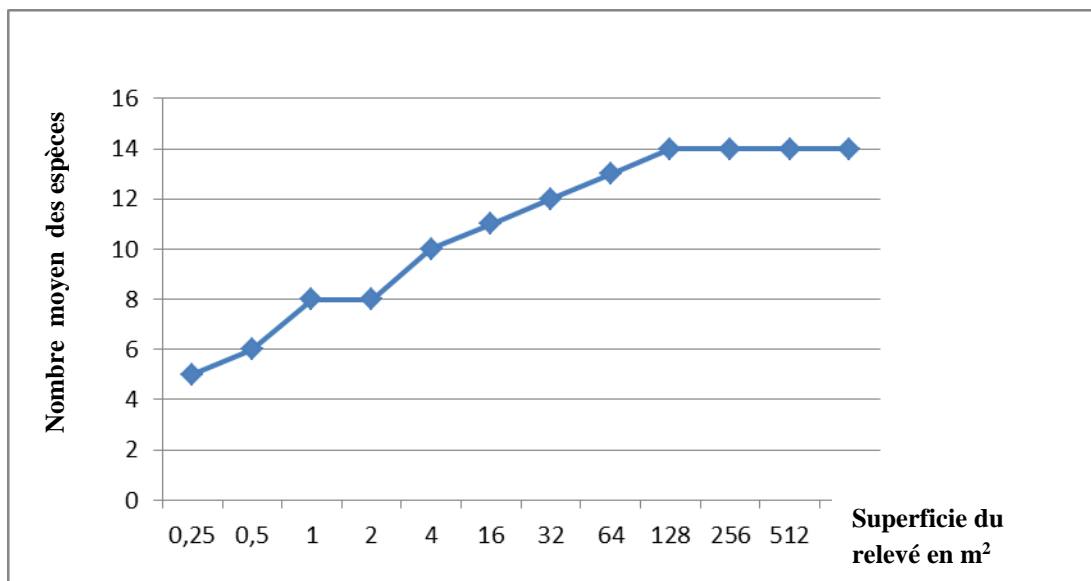


Fig15 : Illustration graphique de la variation du nombre d'espèce végétale en fonction de la superficie des relevés hors zone d'épandage

La courbe est toujours ascendante, c'est-à-dire plus l'aire des relevés augmente, plus le nombre des espèces végétales augmente pour atteindre une surface de 128 m², ensuite, on constate que la courbe se stabilise (fig 15).

Cela signifie qu'on a atteint la totalité des espèces végétales qu'on peut rencontrer dans le milieu étudié. Donc l'aire minimale est égale à 128 m².

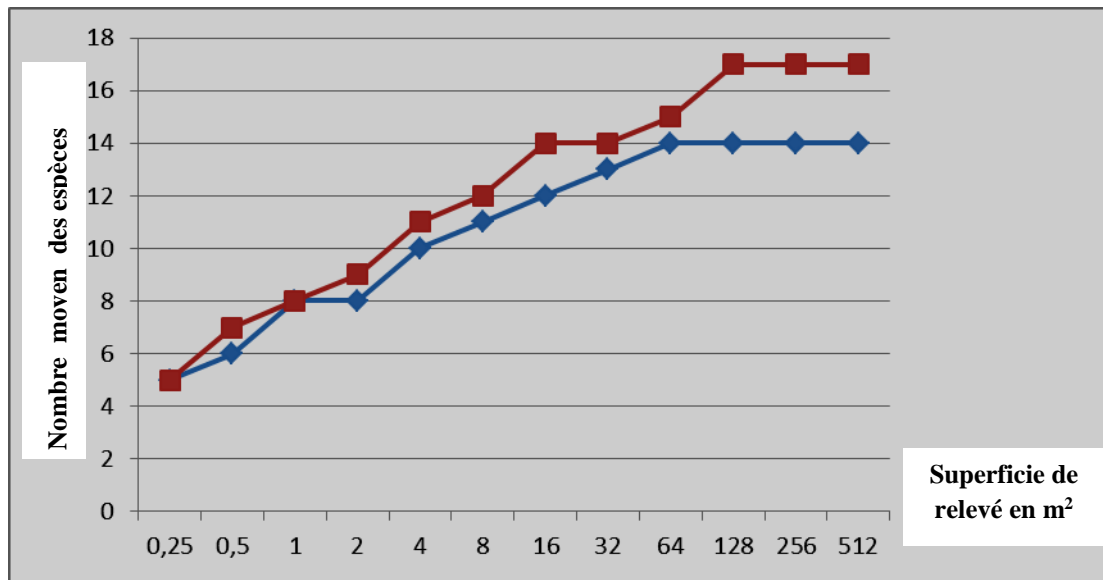


Fig 16: Comparaison de la variation du nombre d'espèces végétales en fonction de l'aire de relevé entre les deux zones

A partir de la figure n°16 qui montre la différence entre les deux zones, on remarque une stabilité du nombre d'espèces dans les deux milieux à la surface de 128 m², ainsi on constate que le nombre d'espèces est élevé dans la zone d'épandage .

V.3-La biodiversité spécifique en herbacées

a- Zone d'épandage

Un total de 29 espèces végétales a été enregistré, répartis sur 13 familles différentes (fig 17). La famille la mieux représentée est celle des Poaceae avec un taux de 24%, elle est caractérisée par la plus grande diversité soit 07 espèces, suivie par la famille des Asteraceae avec 06 espèces, soit un taux de 21%, puis les Brassicaceae et les Polygonaceae avec 03 espèces pour chacune, soit un taux de 10%, alors que les Fabaceae représentent 07% soit 02 espèces. Les 08 familles restantes sont attributaires d'un taux de 03% seulement, car elles sont représentées par une seule espèce.

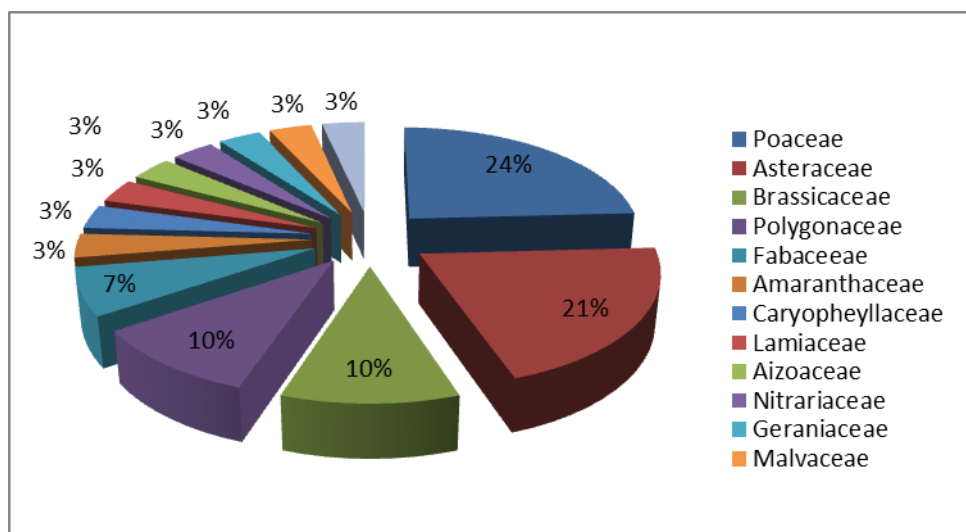


Fig 17: Répartition des familles recensées dans la zone d'épandage.

Tableau 20 : Diversité relative (%) des familles inventoriées dans la zone d'épandage

Ordre	Familles	Taux (%)	Nombre des espèces
1	Poaceae	24	7
2	Asteraceae	21	6
3	Brassicaceae	10	3
4	Polygonaceae	10	3
5	Fabaceae	7	2
6	Amaranthaceae	3	1
7	Caryophyllaceae	3	1
8	Lamiaceae	3	1
9	Aizoaceae	3	1
10	Nitrariaceae	3	1
11	Geraniaceae	3	1
12	Malvaceae	3	1
13	Potamogetonaceae	3	1

b- Hors zone d'épandage

Les pourcentages des différentes familles recensées sont représentés par la figure 18. Nous observons la dominance de la famille des Asteraceae avec un taux de 36% représentée par 08 espèces, suivi par les Fabaceae, les Poaceae et les Amaranthaceae avec un taux de 09 % soit 02 espèces pour chacune.

Les Brassicaceae, Caryophyllaceae, Geraniaceae, Lamiaceae, Lilaceae, Iridaceae, Nitrariaceae, Plantaginaceae ne sont représentées que par une seule espèce avec un taux de 05% pour chaque famille.

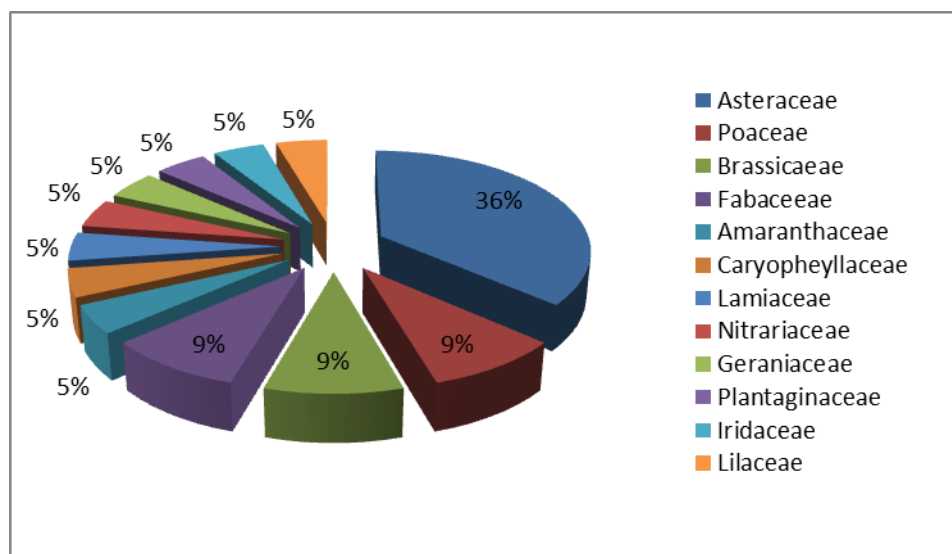


Fig 18: Répartition des familles recensées hors zone d'épandage.

Tableau 21: Diversité relative (%) des familles inventoriées hors zone d'épandage

Ordre	Familles	Taux (%)	Nombre des espèces
1	Asteraceae	36	8
2	Poaceae	9	2
3	Brassicaceae	9	2
4	Fabaceae	9	2
5	Amaranthaceae	5	1
6	Caryophyllaceae	5	1
7	Lamiaceae	5	1
8	Nitrariaceae	5	1
9	Geraniaceae	5	1
10	Plantaginaceae	5	1
11	Iridaceae	5	1
12	Lilaceae	5	1

A l'issue de cette étude floristique, les résultats de ces inventaires ont révélé que la flore se compose de 29 espèces appartenant aux 13 familles dont la plus répandue est celle de Poaceae avec un pourcentage de 24% (zone d'épandage), et 22 espèces appartenant aux 12 familles dont la plus fréquente est celle de Asteraceae avec un pourcentage de 36% (hors de la zone épandage). Le nombre d'espèces communs entre les deux stations étudiées est de 07 espèces.

V.4- Indice de similitude en familles

L'étude de la similarité entre les stations permet de comparer la strate herbacée, en tenant compte de la présence ou l'absence des espèces à l'aide de l'utilisation de l'indice de Sorensen (Benchrik et Lakhdari, 2002).

$$Cs = (2 * J) / (a + b)$$

J: Le nombre d'espèces communes aux deux stations.

a : Le nombre d'espèces présentées dans la première station.

b : Le nombre d'espèces présentées dans la deuxième station.

L'indice de Sorensen varie entre 0 et 1 :

Cs = 0 : il n'existe aucune similarité entre les deux stations, et les deux biocénoses considérées n'ont aucune espèce commune.

Cs = 1 : La similarité est totale entre les deux stations étudiées. Toutes les espèces des deux biocénoses sont similaires.

Selon nos résultats, nous constatons que l'indice est égal à 0,27 ce qui indique que la composition floristique est différente entre les deux zones.

V.2- Caractéristiques biologiques :

a- Zone d'épandage

Les types biologiques sont des caractéristiques morphologiques, grâce auxquelles les végétaux sont adaptés au milieu dans lequel ils vivent (Dajoz, 1996). Les résultats obtenus dans notre zone d'étude sont reportés dans les tableaux suivants :

Tableau 22: Nombre et taux des espèces par types biologiques dans la zone d'épandage.

Type biologique	Nombre d'espèces	Taux (%)
Thérophytes	16	55
Hémicryptophytes	13	45

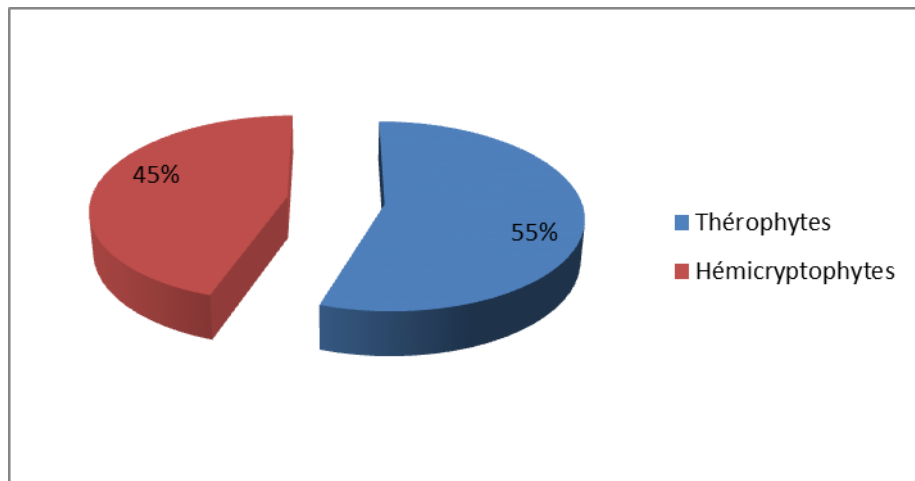


Fig19: Illustration du Spectre biologique de la zone d'épandage.

Les thérophytes occupent une place importante dans les formations végétales de la zone d'épandage avec un taux de 55 %, ensuite viennent les Hémicrypophytes représentés par 45% (fig 19).

B- Hors Zone D'épandage

Tableau 23 : Nombre et taux des espèces par types biologiques hors zone d'épandage.

Type biologique	Nombre d'espèce	Taux (%)
Thérophytes	7	31,82
Hémicryptophytes	7	31,82
Chaméphyte	7	31,82
Géophyte	1	4,55

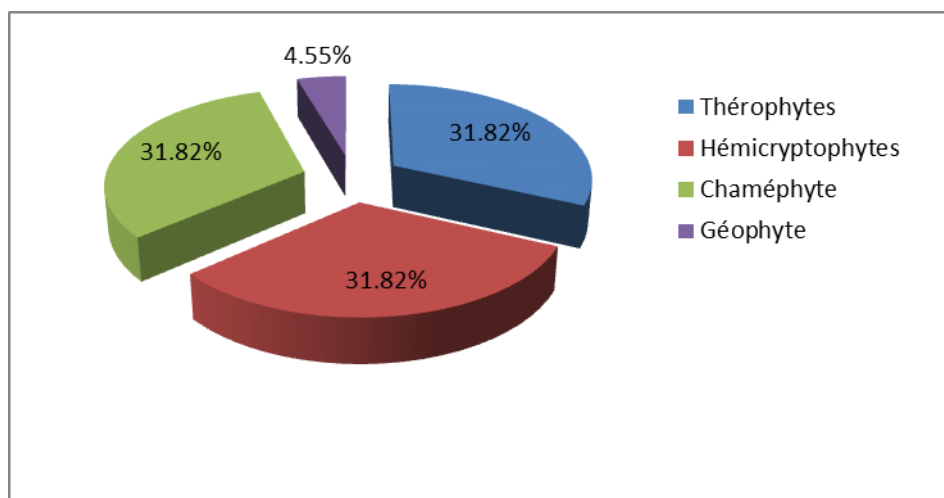


Fig 20: Illustration du Spectre biologique hors zone d'épandage.

Selon la figure n° 20, les thérophytes, Hémicryptophytes et Chaméphytes occupent une place importante dans les formations végétales du milieu hors zone d'épandage avec 31.82 % , alors que les Géophytes représentent un faible pourcentage par rapport aux autres types biologiques soit 4.55 % .

Aussi, nous remarquons que les deux types de végétaux : Chaméphytes et Géophytes sont mieux adaptés à la sécheresse, et probablement, ils ne préfèrent pas une humidité permanente ce qui justifie leurs absences dans la zone d'épandage.

V.3- Evaluation de la phytomasse:

On définit la phytomasse comme « la quantité de végétation (verte ou sèche) par unité de surface à un instant donné (**Aidoud, 1983**), exprimée en kilogrammes de matière sèche par hectare (kg.MS/ha), que nous avons choisie pour cette mesure une approche directe dite destructive.

Pour réaliser ce travail, nous avons choisi une superficie de 1 m² par relevé (pris au hasard) dans les deux zones retenues pour l'étude.

Les espèces sont coupées au ras du sol, pour permettre à la végétation de se régénérer puisqu'on n'a pas dégradé toute la plante d'une part, d'autre part pour quantifier la biomasse aérienne des différents facies.

Après avoir réalisé les coupes, elles seront placées dans des sacs en plastique, la quantité de la végétation pesée sur site aussitôt. Les pesées rapides nous donnent des informations fiables quant à la quantité d'eau contenues dans les plantes.

Une fois pesées, les plantes sont mises à sécher. Cette opération nous permet de quantifier le poids sec contenu dans les plantes et dégager la teneur en eau.

La durée du séchage des plantes est variable (72h à 96h) ; elle ne s'arrêtera que lorsqu'on obtient un poids sec constant qui sera mesuré à l'aide d'une balance.

Le tableau n° 24 récapitule les résultats obtenus relatifs aux poids à état frais (avant séchage) et poids à l'état sec (après séchage) ainsi que la différence entre eux.

Tableau 24 : Résultat obtenu pour la zone d'épandage

Relevé	Poids état frais (g/m)	Poids état sec (g/m)	Différence (g/m)
R1	4500	784	3752
R2	4000	779	3221
R3	250	111	139
R4	270	225	45
R5	417	417	0
R6	315	315	0

Tableau 25 : Résultats de la phytomasse dans la zone d'épandage

Relevé	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Biomasse (g/m)	784	779	111	225	417	315
Moyenne (g/m)	438.5					
Moyenne (kg/ha)	4385					

Dans le tableau ci-dessus on remarque que la phytomasse obtenue dans la zone d'épandage est importante puisque elle varié entre 111 g/m² et 784 g/m², avec une moyenne de 438.5 g/m² (soit 4 385 kg/ha).

Tableau 26 : Résultat obtenu hors zone d'épandage

Relevé	Poids état frais (g/m)	Poids état sec (g/m)	Différence (g/m)
R1	70	57	13
R2	26	23	3
R3	49	47	2
R4	34	29	5
R5	21	19	2
R6	20	16	4

Tableau 27 : Résultats de la phytomasse hors zone d'épandage

Relevé	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Biomasse (g/m)	57	23	47	29	19	16
Moyenne (g/m)	31.83					
Moyenne (kg/ha)	318.3					

Dans le tableau ci-dessus on remarque que la phytomasse obtenue hors zone d'épandage est très faible, elle varie entre 16 g/m² et 57 g/m², avec une moyenne de 31.83g/m², soit 318,3 kg/ha.

L'analyse des résultats relatifs à la phytomasse montre une grande différence entre les deux milieux.

Pour mieux exprimer cette différence, nous optons pour le rapport numérique suivant :

$$4\ 385 / 318,3 \approx 14$$

Donc en terme de quantité de matière sèche, la zone d'épandage est très riche 14 fois plus que le milieu hors zone d'épandage, ce que signifie que la zone d'épandage supporte une charge animale plus importante, où le nombre de têtes qui pourra paître dedans est 14 fois plus grand que celui dans une superficie similaire en dehors de la zone d'épandage.

V-4: Discussion

D'après les résultats obtenus à travers les deux zones d'étude, on constate une différence importante entre le nombre d'espèces et la quantité de la phytomasse, ces valeurs montrent l'apport qualitatif et quantitatif des eaux épurées dans les zones steppiques qui se traduit par une grande richesse spécifique et une importante production de la matière végétale qui peut être utilisée comme matière fourragère pour l'alimentation des bétails, étant donné que notre zone steppique souffre de grande sécheresse prolongée.

Ajoutons qu'il existe un arrêté interministériel (promulgué par les ministres chargés des ressources en eau, de l'environnement, de l'agriculture et de la santé) publié le 02 janvier 2012 qui fixe la liste des cultures pouvant être irriguées avec ces eaux usées épurées.

La culture fourragère fait partie de la liste mentionnée dans le décret précédent à condition d'interdire strictement le pâturage direct dans les parcelles irriguées par les eaux épurées, et ce, afin de prévenir toute éventuelle contamination du cheptel et par conséquent des consommateurs. Notons que plusieurs éleveurs de notre zone d'étude (suite à notre sondage verbal effectué sur terrain) confirment la contamination du cheptel après 3 à 4 mois qui suit la consommation directe en contact avec l'eau épurée.

A cet effet, les éleveurs peuvent recourir aux méthodes d'exploitation suivantes :

➤ Le pâturage alternatif : Il consiste à diviser la zone d'épandage en sous parcelles qui seront irriguées et séchées alternativement, afin de permettre aux éleveurs de faire paître leurs troupeaux dans les parcelles sèches seulement, alors que les parcelles restantes profiteront des eaux épurées et seront programmées dans les futures rotations mais après séchage.

➤ le fauchage : Consiste à la récolte de la végétation fourragère sur pied, et utiliser dans l'alimentation du bétail après séchage.

Conclusion générale et perspectives:

La récupération et la réutilisation des eaux épurées peuvent jouer un rôle important surtout dans le domaine de l'agriculture, car elle fournit de l'eau en quantités importantes chargées d'engrais organique, à minéralisation progressive, en plus à la production.

Cette source d'eau représente une solution, non seulement pour l'agriculture, mais aussi pour l'agro-pastoralisme qui nécessite un aménagement et réhabilitation des parcours.

La présente étude prouve une dynamique de la végétation issue d'une irrigation artificielle, dans un milieu purement steppique, qui connaît une dégradation flagrante suite à la rareté des précipitations depuis plusieurs années.

A travers notre étude, la comparaison entre les deux milieux montre clairement l'impact positif des eaux épurées sur la richesse spécifique et la quantité de la matière végétale spontanée produite.

Finalement, nous formulons quelques recommandations relatives à la valorisation de cette ressource par la réutilisation des eaux usées épurées dans notre région :

- Alimentation des bétails tout en préservant la santé du cheptel et par conséquent celle des consommateurs par l'interdiction du pâturage direct dans les parcelles irriguées par les eaux épurées, avec l'application d'un mode de gestion de pâturage dit « alternatif ». Il s'agit d'exclure temporairement une ou plusieurs parcelles irriguées pour les soumettre au séchage afin de permettre aux éleveurs d'y faire paître leurs troupeaux, les autres parcelles restent immergées par les eaux épurées, pour les utiliser par la suite après séchage, et ce, selon un programme de rotation échelonnée pour garantir le temps nécessaire à la régénération naturelle des parcelles irriguées, et un séchage définitif des parcelles isolées. La méthode n'empêche pas la fauche d'une partie. Aussi les éleveurs peuvent faire le fauchage des végétaux sur pied pour les transférer en matière fourragère après séchage.
- Promouvoir les cultures fourragères qui occupent une grande importance au niveau local, par la réutilisation des eaux épurées dans l'irrigation de certaines espèces (Bersim, maïs, sorgho fourragers, vesce et luzerne), ce qui peut couvrir relativement une partie des besoins fourragers des éleveurs.
- Réhabiliter la zone humide « Raoudassa » (environ 07 km de la station d'épuration) reconnue par son statut temporaire, par l'affectation d'un débit

CONCLUSION

constant et permanent des eaux traitées, qui seront acheminées par canalisation.

Cette quantité d'eau permettra la viabilité du lac en question, et allonger le séjour de la faune avienne fréquentant cette zone, pour créer une aire de loisir et de détente aux familles et aux estivants, dont plusieurs activités de tourisme génératrices d'emploi pour la région peuvent être installées.

- Participer à la promotion de l'agriculture et les activités de plantation par la contribution à l'amendement et à la fertilisation des sols par l'utilisation des boues issues de l'épuration des eaux usées. Ces boues représentent un potentiel énergétique important, puisqu'à la suite d'un processus de minéralisation, elles peuvent être valorisées dans les milieux agricoles via l'épandage ou le compostage.
- Utiliser les eaux épurées pour la plantation et l'entretien d'arbres d'alignement le long de la route communale adjacente, ce qui permet d'apporter une note esthétique et écologique à la région.

Enfin nous espérons que cette étude sera une première ébauche à d'autres recherches plus approfondies et aura un impact sur les perspectives de la valorisation et de la réutilisation des ressources en eau non conventionnelles, telles que les eaux usées épurées, pour l'irrigation en continu dans le domaine de l'agriculture des espaces verts, plantation d'alignement, des plantations d'ornement et surtout que les eaux épurées de cette station sont dans une grande partie d'origine domestique et issues de l'utilisation de l'eau potable . Ces perspectives sont d'autant plus importantes que notre pays est confronté à un déficit pluviométrique qui perturbe les grands équilibres écologique .

Références bibliographiques

- **Abdelguerfi A et Laoaur M., 1997.** La privatisation du foncier : impact sur l'environnement et sur les ressources génétiques en Algérie. In “ Pastoralisme et foncier : impact du régime foncier sur la gestion de l'espace pastoral et la conduite des troupeaux en régions arides et semi-arides ”. 17-19 Octobre 1996, Gabès (Tunisie). Options Méditerranéennes, 32 : 203-207.
- **Aggoun A., (2016).** Evaluation d'un projet de reboisement dans la wilaya de Naâma « Projet 400 Ha TOUADJEUR » Mem .Master 2 .Univ. Tiaret.
- **Aidoud A., 1983** – Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du sud oranais. Thèse 3ème cycle U.S.T.H.B. Alger. 232p
- **Amara M., (2010).** Diagnostic phytoécologique d'une zone humide en milieu steppique cas « Oglat Ed दौरa», commune Ain Ben Khelil .W de Naâma. Mém. Mag. Foresterie. Univ. Tlemcen.142 p.
- **Bédrani S. 1994.** L'Etat et la vulgarisation agricole, Cahiers Options Méditerranéennes, Vol. 2, 4.
- **Benchrik et Lakhdari , 2002-**Contribution à l'étude de l'entomofaune de la nappe alfatière de la région de Zaafrane. W.Djelfa , thèse ingénieur,
- **Benmeddah.F, 2010-**les mutations spatiales d'un milieu forestier cas de la forêt de Zarifet (W .Tlemcen), mém.Ing.,dép.forest.,scien.,Univ-Tlemcen.91p.Bestaoui.Kh, 2001 Contribution à l'étude syntaxonomique et écologique des matorrals de la égion de Tlemcen. Thèse de Magistère en Bio.Eco.Veg., Univ.Tlemcen, 184+annexes.
- **Boukhobza, M'hamed (1982)** L'agropastoralisme algérien, de l'ordre tribal au désordre colonial. Alger, Office des publications universitaires.
- **Braun-Blanquet, J., Roussine, N. & Negre, R., 1952** - *Les groupements végétaux de la France méditerranéenne*, Cnrs, Paris, 298 p. + annexes.
- **Brière F.G.,1994** , Distribution et Collecte des eaux Edition de l'Ecole Polytechnique de Montréal.
- **Chellé F., Dellale M., Dewachter M., Mapakou F., Vermey L. (2005).**, L'épuration des eaux : pourquoi et comment épurer Office international de l'eau, 15 pages
- **Daget, Ph., (1977)** – Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modes de caractérisation. Revue Vegetatio, Vol. 34, n° 1, p.p. 1-20
- **Debrach J., (1953).** Notes sur les climats du Maroc occidental. Maroc Méridiona. 32. 1122–1134.
- **Djebaili, S., 1982** - Diagnose phytosociologique de la végétation naturelle des Hautes Plaines et de l'Atlas saharien algérien, *Biocénoses*, 1, 2 : 5-20.
- **Djebaili S., 1984-** Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. ed. OPU, Alger. 159 p
- **Dajoz Roger. 1996-** Inventaire et biologie des Coléoptères du champignon Basidiomycète Polyporaceae *Coriolopsis gallica* dans l'Arizona. In: *Bulletin de la Société entomologique de France*, volume 101 (3),. pp. 241-250.
- **Edline F. (1979).**, L'épuration biologique des eaux résiduaires. Ed. CEBEDOC, Paris, 306p
- **Emberger L., 1955** - Une classification biogéographique des climats. Rec. travaux des Labor. de bot. Géol. et Zool. de la fac. des Sci. de l'Univ. de Montpellier. Sér. Bot., 7, p. 3-43.

- **Faurie C., Ferra C., Medori P., Devaux J., 1980** - Ecologie. Ed. JB.BAILLIERE, Paris, 339p
- **Flahault, Ch., 1900** - Projet de nomenclature phytogéographique, C.R. Congr. Int. Bot. Paris : 427-450.
- **Floret C., Le Floc'h E. et Pontanier R., 1992** - Perturbation anthropique et aridification en zone présaharienne. In : Le Floc'h E., Grouzis M. et Cornet A., Bille J.C. (dir.), L'aridité une contrainte de développement, caractérisation, réponses biologiques et stratégie de sociétés, Paris: Orstom, p. 449-463.
- **Gherabi Besbassa.2013**- Contribution a l'étude de la reprise vegetative du chene liege apres incendie cas de la foret dezariffet (wilaya de tlemcen) .these ingenieur d'état .
- **Gorenflot, R. & B. DE Foucault (2005)**. Biologie végétale. Les Cormophytes. Dunod, Paris, 7e édition (1e édition 1977).
- **Gounot M., 1969** – Méthode d'étude quantitative de la végétation. Ed. Masson. Paris.314p
- **Guinochet, M., 1973** - Phytosociologie, Masson, Paris, 227 p.
- **Grosclaude, Gérard, dir. (1999)** L'eau, tome 1, Milieu naturel et maîtrise, et tome 2, Usages et polluants. Versailles, Institut National de la recherche Agronomique (Coll. « Un point sur ... »), 204 p. et 210 p. (ISBN 2-7380-0855-0 et 2-7380-0864-X)
- **Hamsa D, (2006)**. « Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbains», mémoire de fin d'étude de Magistère en Ecologie et Environnement Université de Constantine.
- **Kadik, B. (1986)**.— Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Algérie. Écologie, dendrométrie et morphologie. Ed. O.P.U, Alger, Algérie.
- **Lacoste A. , Salanon R., 2001** (2e édition). - Eléments de biogéographie et d'écologie. Paris : Fernand Nathan (coll. Fac.), 318 p.
- **Le Houérou HN., 1985**-Aspects météorologiques de la croissance et du développement végétal dans les déserts et les zones menacées de désertification. Organisation météorologique mondiale. 368 p.
- **Long, G., 1974** - *Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire*, Masson Paris, 2 vol.
- **Louaguenouni Kahina.,2017**-Suivi de la qualité des eaux usées traitées de la STEP de BARAKI pour une réutilisation agricole. Thèse master. Université tizi-ouzou 21P
- **Louati Fares ,2008** Utilisation des arbres ligneuses comme bioindicateurs de pollution atmosphérique Université Ferhat Abbas de Setif -Ingénieur d'état en écologie végétale et environnement .
- **MADR (Ministère de l'Agriculture et Développement Rural), 2000**
- **Mahammedi Mohammed, Youcefi Ahmed Toufik., 2017**- Phytosociométrie d'un faciès à Sparte (*Lygeum spartum*. L) «Oum Eldjem» Axe Mecheria- Naama .thèse master. Centre université naama
- **Musset R., 1935** - Les calculs relatifs aux régimes pluviométriques: Fraction pluviométrique, écart pluviométrique relatif, coefficient pluviométrique relatif, Geocarrefour, vol. 11, n° 1, p. 75-85.
- **Nedjimi B., Houmid A M., 2006**. Problématique des zones steppiques algériennes et perspectives d'avenir. Revue de Chercheur, 4 : 13/19.
- **Nedjraoui D., Bedrani S., 2008**-La désertification dans les steppes algériennes. causes, impacts et actions de lutte », Vertig O - la revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 8 Numéro 1 | avril 2008, [En ligne], mis en ligne le 01 avril 2008.

- **Pouget M., 1980.-** Les relations sol- végétation dans les steppes Sud- Algéroises. Trav. et Doc. *ORSTOM. Paris*, 555 p
- **Ramade F., 1984** – Elément écologique : écologie fondamentale. MC Graw Hill, 397p. Rapport national de l'Algérie sur la mise en œuvre de la Convention de Lutte contre désertification I. Septembre 2004.
- **Seltzer, 1946** - Le climat de l'Algérie, institut de météo et de Phys. du globe de l'Univ. D'Alger, 219 p. et une carte couleur H-T
- **Talbi Sarra.,2019.** Contribution à l'étude du dépérissement du pin d'Alep *Pinus halepensis* Mill. (Symptôme, cause et traitement) cas de la forêt de Draa El-Aoud à Mecheria (Wilaya de Naâma)
- **Vaillant J.R., 1974.** Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires. Eyrolles, Paris: 21-24, 236-237.