

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE



DOMAINE : SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE
FILIERE : BIOLOGIE
OPTION : BIODIVERSITE ET
PHYSIOLOGIE VEGETALE

N° :.....

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par:

ELKALI Elmouafek et ACHOUR Imane

Intitulé

Suivi d'un projet de fixation de dunes sableuses dans
une région steppique. (cas de la région de Tamsa –
M'sila)

Soutenu devant le jury composé de:

BENMEHAIA	R.	M.C.B	Université de M'Sila	Président.
MERNIZ	N.	M.A.A	Université de M'Sila	Promoteur.
SARRI	D.	M.C.B	Université de M'Sila	Examineur.

Année universitaire : 2018 /2019

Remerciements

*Avant toute chose, nos remerciements **ALLAH**, le tout puissant, pour nous avoir donnée la force et la patience.*

*Au terme de ce travail, nous tenons vivement à remercier Monsieur **MERNIZ Nouredine** d'avoir accepté de diriger ce travail et pour l'aide et les conseils dont il nous a fait bénéficier tout au long de sa réalisation.*

*Nos remerciements vont également à Monsieur **BENMHAIA Radoïne** qui nous a fait l'honneur de présider le jury et à Monsieur **SARRI Djamel** qui nous a fait l'être l'examineur de ce travail.*

*Nous remercions monsieur **ZEDAM Abdalelghani** pour nous a aidé à ce travail et pour identifier les espèces avec Monsieur **SARI Djamel** pour nous. Et pour tous qui travaillent dans la Circonscription des forêts de Medjadel et surtout **TOUMI Mohamed** et **MASOUDI Ahmed** et **BENJEDO Tayebe***

Nos sincères remerciements vont aussi à nos familles respectives pour leur soutien moral et leurs encouragements lors de la réalisation de ce mémoire.

Nous tenons aussi à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire sans qu'il n'aurait pu aboutir. Qu'ils trouvent ici notre profonde reconnaissance pour leur gentillesse et leur disponibilité.

Merci à tous.

Dédicace

Je dédie ce travail à mes plus chers à ma vie :

*Mon père DAOUAD et Ma mère SAADIA pour leur
éducation encouragement, et le soutien durant tous
les étapes de mes études.*

A mes frères chacun par nom

A Toute la famille ELKALI

*A tous mes amis ABDELHAK MAACHOU,
YOUCEF MAKHZOUM, AISSA MAHDID*

Ont qui j'ai toujours trouvé le soutien le réconfort.

A tous les professeurs qu'ils m'ont renseigné au long

De ma carrière universitaire

A tous mes collègues de la promotion 2019.

Elmouafek

Dédicace

Je dédie ce travail à mes plus chers à ma vie :

*Ma mère HAYATE pour leur éducation
encouragement, et le soutien durant tous les étapes
de mes études.*

A mes tantes et mes oncles chacun par nom

A Toute la famille ACHOUR

*A tous mes amis ont qui j'ai toujours trouvé le
soutien le réconfort.*

A tous les professeurs qu'ils m'ont renseigné au long

De ma carrière universitaire

A tous mes collègues de la promotion 2019.

Imane

Liste des acronymes

A.D.E.M.E.	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
B.	La Billardière
B.M.	Banque Mondiale
C.D.	Coss. et Dur.
C.P.R.	Chantiers Populaires De Reboisement
F.T.E.	France tv education
F.W.B.	(Forssk.) Webb & Berthel.
H.C.D.S.	Haut Commissariat au Développement de la Steppe
M.A.T.E.	Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement
M.E.A.	Millennium Ecosystem Assessment
U.N.	Unies Nations
U.N.E.C.A.	United Nations Economic Commission for Africa
U.N.E.M.G.	United Nations Environment Management Group
U.N.E.P	Le Programme de nations unies pour l'enivrement

Table des matières

Introduction	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	3
I.1. Désertification	3
I.1.1. Définitions.....	3
I.1.2. Les causes de la désertification	4
I.1.2.1. Facteurs anthropiques	4
I.1.2.1.1. Pression démographique	4
I.1.2.1.2. Le surpâturage.....	5
I.1.2.1.3. Déboisement et les incendies	6
I.1.2.1.4. Agriculture dans des sols pauvres	7
I.1.2.2. Facteurs climatiques.....	7
I.1.2.2.1. Sècheresse	7
I.1.2.2.3. Erosion éolienne.....	8
I.1.2.2.4. Erosion hydrique	8
I.1.2.3. Changements climatiques	8
I.1.2.3.1. Principaux causes de changements climatique	9
I.2. La désertification dans le monde	10
I.2.1. La désertification en Afrique	11
I.2.1.1. Exemple du problème de désertification en l’Afrique du Nord.....	12
I.2.1.2. La désertification en Algérie.....	13
I.2.1.2.1. Les steppes algériennes	14
I.3. Les moyens de lutte contre la désertification.....	15
I.3.1. Les programmes de lutte contre la désertification en Algérie	16
Chapitre II présentation de zone d’étude	18
II.1. Localisation de la zone d’étude (Tamsa)	18
II.2. Les Caractéristiques de la zone d’étude.....	19
II.2.1. Caractéristique géologique	19
II.2.2. Caractéristique pédologique	20
II.2.3. Les caractéristiques climatiques	21
II.2.3.1. Les précipitations.....	21
II.2.3.2. Les températures.....	22

II.2.3.3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussien	23
II.2.3.4. Quotient pluviothermique d'Emberger	24
II.2.3.5. Le vent	25
Chapitre III : Matériels et méthodes	27
III.1. Présentation du projet (fixation des dunes sableuses).....	27
III.1.1. Le sous-projet A (300 h)	27
III.1.2. Le sous-projet B (150 h).....	28
III.2. Description de l'état initial ou de la zone avant le projet	28
III.3. Les causes de la dégradation des terres dans la zone de Tamsa.....	29
III.3.1. Les causes naturelles	29
III.3.1.1. La sécheresse.....	29
III.3.1.2. L'érosion éolienne.....	29
III.3.2. Les causes humaines	30
III.4. Les méthodes utilisées pour lutter contre la désertification dans ce projet.....	30
III.4.1. Fixation mécanique des dunes sableuses	30
III.4.1.1. Construction de brise-vent	31
III.4.2. Fixation biologique des dunes sableuses.....	33
III.4.2.1. Les espèces utilisées dans la fixation des dunes sableuses	35
III.4.2.1.1. <i>Atriplex sp</i> L.	35
III.4.2.1.2. <i>Tamarix sp</i> L.	35
III.4.2.1.3. <i>Acacia sp</i> L.....	36
III.4.2.1.4. <i>Acacia sp</i> L.....	37
III.4.2.1.5. <i>Retama sp</i> F.W.B.	38
III.4.2.1.6. <i>Nerium sp</i> L.	39
III.4.2.1.7. <i>Elaeagnus sp</i> L.	40
III.6. Protection du projet in situ	41
III.7. Problèmes rencontrés dans le projet.....	42

III.7.1. Problème technique	42
III.7.2. Dans le cadre socio-économique	42
Chapitre IV résultats et discussions	43
IV.1. Rôle des opérations mécanique	43
IV.2. Rôle des aspects biologiques.....	43
IV.2.1. Les espèces végétales utilisées.....	43
IV.2.2. La remontée biologique	44
IV.3. L'impacte sur l'aspect socio-économique	46
IV.4. Description de la zone après le projet	46
IV.5. Solutions possibles et suggestions	47
IV.5.1. Dans le cadre technique	47
IV.5.2. Dans le contexte socio-économique.....	49
IV.5.3 Dans le cadre législatif.....	49
Conclusion.....	50
Bibliographie.....	52

Liste des tableaux

Tableau 1: les chiffres mondial des quatre types de zones sèches	11
Tableau 2: Répartition des terres arides en Afrique du Nord et sa superficie (pour 1000 km ²)	12
Tableau 3 : Évolution des principales steppes : fragmentation des formations végétales	14
Tableau 4: les chiffres pour l'échelle nationale de zones protégées dans les zones sèches	15
Tableau 5: Localisation géographique de Tamsa.....	19

Liste des figures

Figure 1. Evolution de la population mondiale depuis 2 millénaires (Locatelli, 2000).....	4
Figure 2. Mauvaise gestion des parcours ; des moutons pâturant sur des sols nus (Ikhlef, 2013)	5
Figure 3. Les incendies détruisent la biodiversité (Rtci, 2015).....	6
Figure 4. Anomalies observées des températures moyennes annuelles (1850-2012) (A.D.E.M.E., 2018)	9
Figure 5. Les différentes régions dans le monde et les régions affectées par la désertification d'après F.A.O. (F.T.E., 2012).....	10
Figure 6. Carte synthèse de sensibilité à la désertification en Algérie (2000-2005) (Benslimane, et al., 2008).....	13
Figure 7. Actions de lutte contre la désertification (1 : Steppe à alfa mise en défens : Conservation des Forêts ; 2 : Plantation pastorale à Atriplex : H.C.D.S.)	17
Figure 8. Localisation de la zone d'étude (tamsa, wilaya de M'sila).....	18
Figure 9. Carte géologique de chott el hodna (Le Houérou, 1995).....	20
Figure 10. Précipitation mensuelles moyennes (2005-2016) /Station métrologique de Djelfa	22
Figure 11. Evolution mensuelles des températures (2005-2016) /Station métrologique de Djelfa	23
Figure 12. Diagramme ombrothermique de bagnouls et Gaussens.	24
Figure 13. Climagramme d'Emberger de la région de tamsa	25
Figure 14. Les variations mensuelles de la vitesse des vents (1984-2013).....	26
Figure 15. Carte géographique de la situation du projet (Google.map 2019).....	27
Figure 16. Vu typique de la zone à état initial (Photo original)	28
Figure 17. Carte géographique montre la distance entre la zone et les montagnes (Google.map 2019).....	29

Figure 18. Utilisation des palmes secs comme de brise-vent (Circonscription des forêts de Medjadel)	31
Figure 19. Schéma descriptif de la méthode mécanique	32
Figure 20. Tissage et mise en place des brise-vents (Circonscription des forêts de Medjadel, 2012).....	33
Figure 21. Schéma descriptif de la méthode biologique après la fixation mécanique	34
Figure 22. Exemple d'implantation de <i>Tamarix sp L.</i> (Circonscription des forêts de Medjadel, 2012).....	34
Figure 23. <i>Atriplex sp</i> dans la région de Tamsa	35
Figure 24. <i>Tamarix sp</i> dans la région de Tamsa	36
Figure 25. <i>Acacia sp</i> dans la région de Tamsa	37
Figure 26. <i>Acacia sp</i> dans la région de Tamsa	38
Figure 27. <i>Retama sp</i> dans la région de Tamsa.....	39
Figure 28. <i>Nerium sp</i> dans la région de Tamsa	40
Figure 29. <i>Elaeagnus sp</i> dans la région de Tamsa	41
Figure 30. Nombre d'espèces enregistrées pour chaque famille.....	45
Figure 31. Pourcentage des familles en Botmat-Tamsa.....	45
Figure 32. La route montre l'efficacité du projet	47

Introduction :

Le terme « désertification » est souvent associé à l'avancée du désert et aux dunes de sable envahissant lentement des régions fertiles. Ce phénomène touche aujourd'hui un quart de la superficie du globe (**M.E.A., 2005**).

La conférence organisée par l'U.N.E.P à Nairobi en août-septembre 1977 a permis de porter le problème de la désertification sur la scène internationale et de sensibiliser les gouvernements. Il y a été question de désertification, et d'aridification.

Aujourd'hui la désertification est considérée comme un problème environnemental majeur durant le 21ème siècle (Banque Mondiale, 2002) Cependant, la lutte contre ce phénomène est un défi majeur pour tous les pays touchés, surtout ceux en voie de développement comme l'Algérie, car la perte des ressources naturelles constitue une perte économique énorme et un frein au développement futur, sans oublier les conséquences sociales que cela puisse entraîner.

En Algérie, près de 500.000 hectares de terres en zones steppiques sont en voie de désertification, et plus de 7 millions d'hectares sont directement menacés par le même processus (**M.A.T.E., 2002**).

La désertification a un double problème à la fois environnementale et de développement. L'activité humaine et la dégradation des terres constituent une des conséquences du mal-développement et une entrave majeure au développement durable des zones sèches (**Benmessaoud, 2008**).

Les actions de lutte contre la désertification sont nombreuses mais pour qu'elles soient efficaces, un travail de suivi, d'évaluation et de diagnostic sont absolument nécessaires car chaque région a ses propres spécificités écologiques et a touchée à différents degrés par la dégradation (au niveau de sa biodiversité ainsi que de ses sols).

Dans cette étude nous essayons de connaître les problèmes de dégradation de l'écosystème steppique, situé dans la région de Sidi Amer (Tamsa). L'objectif de notre travail vise à évaluer :

- Les procédures prises pour lutter contre la désertification, via les projets de stabilisation du sable mis en œuvre dans la municipalité de Sidi Amer (Tamsa) ;
- Le rendement des espèces utilisées dans la fixation des dunes sableuses ;
- La diversité des espèces végétales.

Notre étude est composée de 04 chapitres :

- Chapitre I: Un aperçu sur la désertification, ainsi que les facteurs responsables de la dégradation des sols ;
- Chapitre II: Description de la zone d'étude ;
- Chapitre III: Description des méthodes utilisées pour la fixation des dunes sableuses dans la région de Tamsa ;

Chapitre IV : Ce chapitre concerne les résultats et discussion, et nous terminons par une conclusion.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1. Désertification

I.1.1. Définitions

La désertification est un processus de dégradation des sols lié aux activités humaines et aux conditions climatiques qui dérèglent l'écosystème. Elle a pour conséquences une diminution de la fertilité du milieu naturel et un appauvrissement des populations touchées. On estime qu'un tiers des terres du globe serait menacé par la désertification (F.T.E., 2012).

La Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification définit la désertification comme la dégradation des sols dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches résultant de divers facteurs, notamment les variations climatiques et les activités humaines. La dégradation des sols est à son tour définie comme la réduction ou la perte de la productivité biologique ou économique des terres arides (M.E.A., 2005).

La désertification est la diminution ou la destruction du potentiel biologique de la terre et peut conduire finalement à l'apparition de conditions désertiques. Elle est l'un des aspects de la dégradation généralisée des écosystèmes et elle réduit ou détruit le potentiel biologique, c'est-à-dire la production végétale, destinée à de multiples usages au moment même où un accroissement de la production était nécessaire pour satisfaire les besoins de populations grandissantes aspirant au développement, en particulier dans les pays du tiers monde. On peut dire aussi qu'elle doit être vue comme un processus qui est une expression intégrée de l'évolution socio-économique et des processus naturels ou causés par l'homme et qui détruit les équilibres entre ressources naturelles (sol, air, eau et leur expression intégrée : la végétation) et demandes humaines, dans les zones qui subissent une aridité édaphique et / ou climatique par l'exploitation irraisonnée de ces ressources. Donc elle est vraiment le problème environnemental le plus sérieux qui touche aujourd'hui la terre (Nahal, 2004).

I.1.2. Les causes de la désertification

La désertification est le résultat d'une incapacité prolongée à équilibrer l'offre et la demande en services des écosystèmes dans les zones sèches. On assiste actuellement à une augmentation de la pression sur les écosystèmes des zones sèches afin qu'ils fournissent des services tels que nourriture, fourrage, énergie, matériaux de construction ainsi que l'eau pour les humains et les troupeaux, pour l'irrigation et les besoins sanitaires. On attribue cette pression croissante à une combinaison de facteurs humains et climatiques (M.E.A., 2005).

I.1.2.1. Facteurs anthropiques

I.1.2.1.1. Pression démographique

En 1950, la Terre comptait 2,5 milliards d'êtres humains ; en 2000, il y en aura environ 6,3 milliards. C'est en comparant avec les accroissements antérieurs que l'on peut réaliser la rapidité de l'augmentation actuelle : alors que la population a mis plus de deux millions d'années pour atteindre un total d'un milliard au début du dix-neuvième siècle, elle a augmenté d'un milliard en douze ans entre 1987 et 1999. La figure 1 montre l'évolution de la population depuis deux millénaires montre une stagnation jusqu'en 1700 et une augmentation de plus en plus rapide ensuite (Locatelli, 2000).

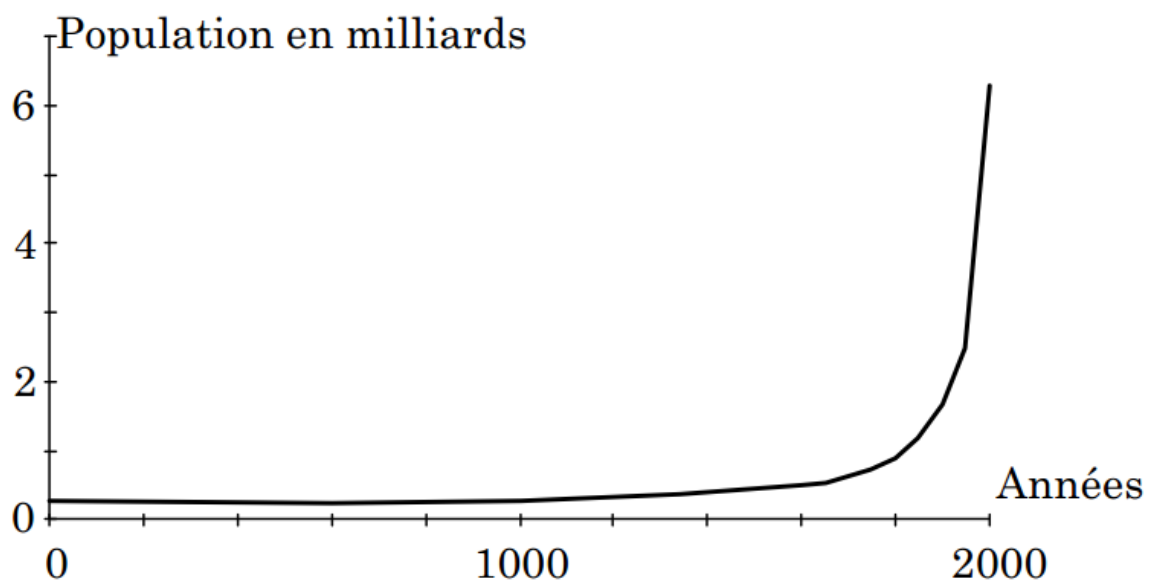


Figure 1. Evolution de la population mondiale humaine depuis 2 millénaires (Locatelli, 2000)

On évalue qu'en 2025 la population mondiale se situera entre 7,6 et 9,4 milliards selon les différentes hypothèses des Nations Unies (**Agrasot et al., 1993**).

Dans l'Afrique par exemple, la croissance démographique semble être un élément préoccupant pour la région du Sahel, dont la population est actuellement évaluée à 50 millions d'habitants et la progression démographique estimée à 3,1% par an. Ces estimations dépassent « largement la capacité de l'environnement local ». Cet accroissement de population joue un rôle déterminant dans l'augmentation des contraintes qui pèsent sur cet environnement (**Oyowe, 1998**).

I.1.2.1.2. Le Surpâturage

La mauvaise gestion des parcours et le pâturage abusif par un nombre trop important d'animaux détruisent le couvert végétal. Le sol n'est plus protégé contre l'érosion et les pasteurs ne trouvent plus assez de végétation pour nourrir leurs troupeaux. Remarquons également qu'en saison sèche, le surpâturage élimine les plantes vivaces (Figure 2), alors seules à subsister et particulièrement précieuses pour la protection du sol (**Piersotte, et al., 2005**).



Figure 2. Mauvaise gestion des parcours ; des moutons pâturant sur des sols nus (**Ikhlef, 2013**)

Le surpâturage associé à la culture en sec dans la steppe, et la destruction d'espèces ligneuses pour le chauffage ont été à l'origine de la détérioration rapide

des parcours, de l'aridification désertifiant à laquelle on assiste de nos jours et de l'érosion hydrique et éolienne accélérée qui se manifeste par des ruissellements torrentiels des inondations catastrophiques, des tempêtes de poussière et de sable dans les zones touchées et les zones adjacentes, quelquefois même très lointaines des zones désertifiées, et la formation dunes de sable (Nahal, 2004).

I.1.2.1.3. Déboisement et les incendies

Le déboisement est le facteur principal de désertification, en particulier dans les zones de montagne des régions arides, semi-arides et subhumides (Nahal, 2004). Il répond aux besoins domestiques des populations rurales, mais également des populations urbaines (par leur besoin en charbon de bois). Elle concerne non-seulement « les arbres, mais aussi les buissons ligneux de la steppe » (Rognon, 1998). Il met la terre à nu et la rend vulnérable à l'érosion causée par les vents et les pluies (F.T.E., 2012).

Le déboisement, les feux de brousse, sont des actions directes de l'homme, particulièrement dommageables, la gravité de leurs effets étant fonction de l'échelle dans le temps et dans l'espace de la modification de couvertures végétales qu'ils entraînent (Figure 3) (Arrignon, 2011).



Figure 3. Les incendies détruisent la biodiversité (Rtci, 2015)

I.1.2.1.4. Agriculture dans des sols pauvres

Tandis que le défrichement a pour origine l'extension de la céréaliculture qui a été fortement amplifiée par l'introduction de la mécanisation et des labours réalisés à l'aide de tracteurs équipés de charrues à disques. Cette mécanisation, inadaptée aux conditions écologiques de la steppe entraîne également la stérilisation des sols et favorisent le défrichement (**Benslimane, et al., 2009**).

L'effet des pratiques agricoles, telles que l'extension des défrichements, la mise en culture répétée des parcelles et la réduction du temps de jachère, ont contribué à modifier la qualité et la densité des sols. D'un côté, « le rendement des cultures a chuté », de l'autre, « les arbres et les herbes ont diminué » (**Luxereau, et al., 1998**)

Dans les zones semi-arides, on assiste à une dégradation continue des ressources naturelles due à l'utilisation abusive et inadéquate des techniques agricoles. Ainsi, le labour intensif entraîne une détérioration de la qualité du sol ce qui menace la production agricole à long terme, dans tout le bassin méditerranéen (**Lopez-bellido, 1992**).

I.1.2.2. Facteurs climatiques

I.1.2.2.1. Sècheresse

Selon **Bonn (1996)**, la sécheresse est définie comme une période de déficit d'humidité dans le sol. Les différents effets de ce dérèglement du régime de précipitations portent, notamment, sur deux points :

- la production végétale et agricole.
- les réserves en eau.

Dans l'Algérie par exemple, Les steppes sont marquées par une grande variabilité interannuelle des précipitations. En outre, les dernières décennies ont connu une diminution notable de la pluviosité annuelle, avec parfois plusieurs années consécutives de sécheresse persistante. La diminution des précipitations et la saison sèche a augmenté de mois durant le siècle dernier (**Nedjraoui, et al., 2008**)

Les travaux de **Hirche et al. (2007)** portant sur une analyse statistique de l'évolution de la pluviosité de plusieurs stations steppiques, montrent que les steppes

algériennes se caractérisent par une aridité croissante, cette tendance est plus prononcée pour les steppes occidentales que les steppes orientales.

I.1.2.2.3. Erosion éolienne

L'action de l'érosion par le vent accentue le processus de désertification, elle varie en fonction du couvert végétale. Ce type d'érosion provoque une perte de sol de 100 à 250 tonnes/ha/an dans les steppes défrichées (**Le Houérou, 1995**). Au Niger, pays sahélien servant d'exemple pour cette revue de la littérature, l'érosion éolienne est, de plus, favorisée par la dominance de sols sableux à faible teneur en matière organique et par les pratiques culturales qui contribuent à maintenir un faible couvert du sol pendant la période la plus critique en fin de saison sèche et au début de la saison des pluies. L'érosion éolienne se traduit par des pertes en terres parfois considérables à l'échelle de la parcelle expérimentale et du champ (**Charles, et al., 2004**).

I.1.2.2.4. Erosion hydrique

L'érosion hydrique est due en grande partie aux pluies torrentielles qui, sous forme d'orages violents désagrègent les sols peu épais, diminuent leur perméabilité et leur fertilité. Les éléments fins, l'humus et les éléments minéraux sont emportés par le ruissellement qui provoque la formation de rigoles et de ravines entaillant profondément la surface du sol. Comme conséquence directe de ce phénomène d'érosion, un volume de 50 à 250 tonnes par hectare et par an de terre sont ainsi entraînées par le ruissellement sur les sols dénudés à forte pente (**Le Houérou, 1995**).

I.1.2.3. Changements climatiques

Les changements climatiques apparaissent de plus en plus souvent à l'une de l'actualité. Le climat de notre planète n'a certes jamais été stable (**Wittoeck, 2013**). Mais un réchauffement affecte la terre depuis la fin du XIXe siècle et a conduit à une élévation globale moyenne de la température de l'air de 0,5°C (Figure 4) (**Piersotte, et al., 2005**).

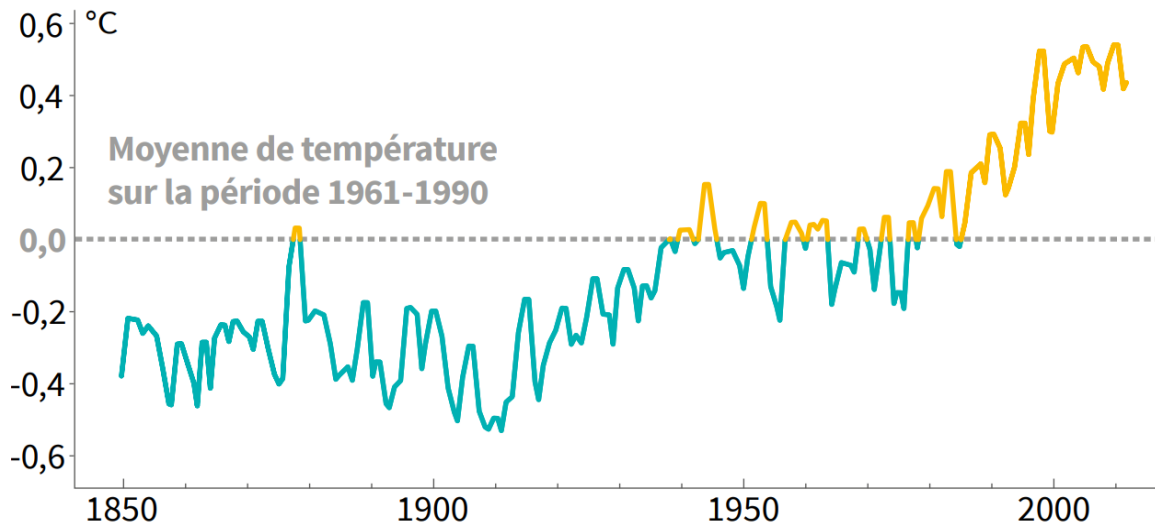


Figure 4. Anomalies observées des températures moyennes annuelles (1850-2012)
(A.D.E.M.E., 2018)

I.1.2.3.1. Principaux causes de changements climatique

Le problème actuel provient du fait que les activités humaines - et principalement la combustion des énergies fossiles pour satisfaire nos besoins énergétiques toujours plus importants - ont libéré des quantités de plus en plus colossales de gaz à effet de serre dans l'atmosphère depuis le début de la révolution industrielle. Ces émissions renforcent considérablement l'effet de serre naturel, ce qui entraîne un réchauffement progressif du climat (Wittoeck, 2013).

D'après Eres (2017), ces émissions viennent de la production d'énergie (électricité, chauffage) et de carburant pour les transports (principalement les voitures) qui causent le réchauffement climatique. Ensuite arrivent la gestion des territoires et notamment la déforestation (En détruisant certains écosystèmes qui capturent du CO₂, comme les forêts vierges), l'agriculture (En convertissant des terres boisées en terres agricoles).

I.2. La désertification dans le monde

La désertification est un phénomène mondial, affectant les moyens de subsistance de 900 millions de personnes à travers les cinq continents et représentant un tiers des menaces pesant sur la biodiversité (U.N.E.S.C.O., 2016). Toutes les régions du monde sont concernées : l'Afrique et l'Asie, qui comptent à elles seules 70% des régions arides, mais aussi l'Australie, l'Amérique et la partie méridionale de l'Europe (Figure 5) (F.T.E., 2012).

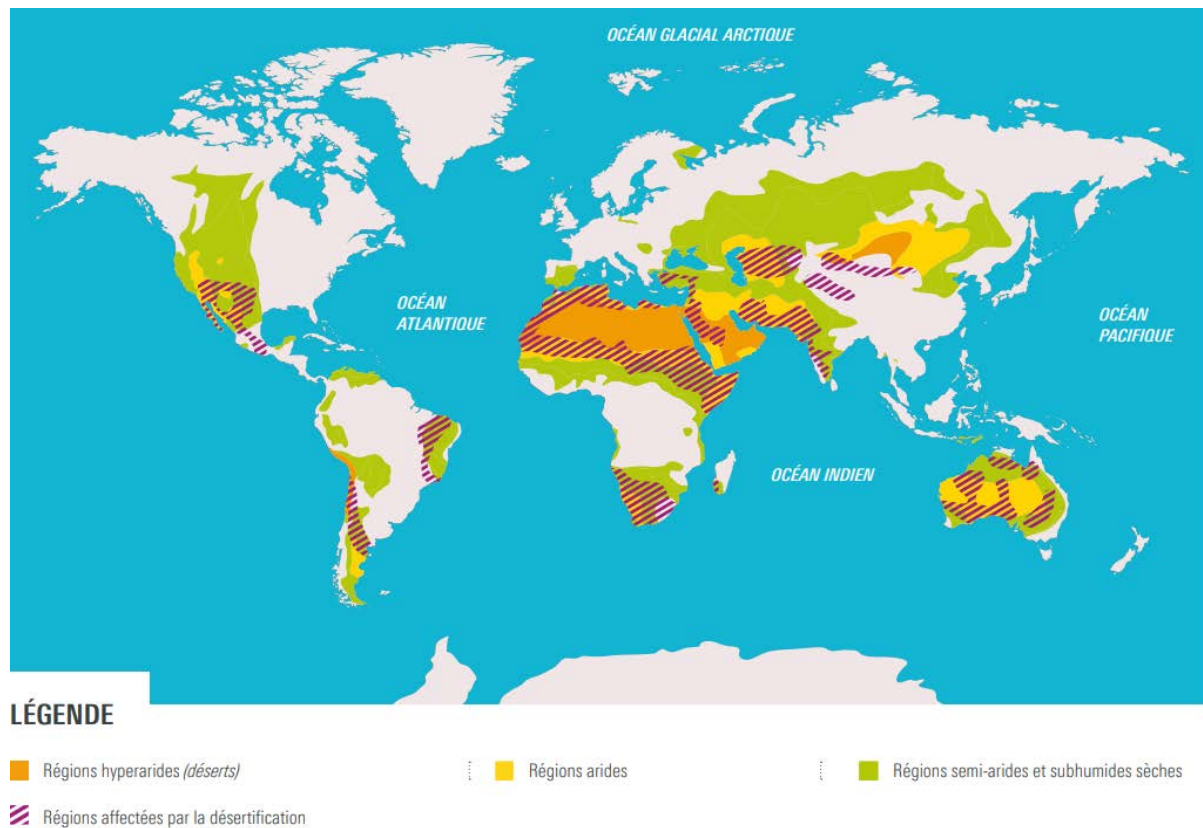


Figure 5. Les différentes régions dans le monde et les régions affectées par la désertification d'après F.A.O. (F.T.E., 2012).

Chaque année, 10 millions d'hectares de terres arables se dégradent ; l'avancée du désert grignote en Chine plus de 10.000 km² par an pour le désert de Gobi ; 2,3 milliards de personnes (près de 40% de la population mondiale) vivent dans des zones dégradées (40% des sols émergés de la planète). L'Asie est la région la plus touchée (1.4 milliard d'hectares en voie de désertification). 74% des terres africaines sont également touchées, mais le phénomène concerne également l'Europe et les Amériques. Le problème est que environ 50 % des terres du monde sont des zones sèches (Tableau 1) (Arrignon, 2011).

Tableau 1: les chiffres mondial des quatre types de zones sèches

	L'indice d'aridité	Taille par rapport au monde (%)	Population par rapport au monde(%)	Parcours (%)	Cultivées (%)	Autre (y compris urbain) (%)
Hyperaride	<0.05	6.6	1.7	97	0.6	3
Aride	0.05-0.20	10.6	4.1	87	7	6
Semi-aride	0.20-0.50	15.2	14.4	54	35	10
Subhumide	0.50-0.65	8.7	15.3	34	47	20
Total		41.3	35.5	65	25	10

Source: (U.N.E.M.G., 2011)

I.2.1. La désertification en Afrique

La désertification est un phénomène certes mondial mais le continent africain est particulièrement touché et exposé à l'insécurité alimentaire liée aux grandes sécheresses. 32% des zones arides du monde sont situées sur le continent africain. 73% des terres arides d'Afrique utilisées à des fins agricoles ont été endommagées dans certaines régions du continent africain, plus de 50 tonnes de sol sont perdues par hectare de terre chaque année. Les terres les plus touchées sur le continent africain sont le Libéria, la Guinée, le Ghana, le Nigéria, le Zaïre, la République centrafricaine, l'Éthiopie, la Mauritanie, le Niger, le Soudan et la Somalie (U.N.E.C.A., 2003).

Selon **Bied-charreton (2007)**, le continent africain est particulièrement menacé par la désertification en raison de plusieurs paramètres :

- une forte proportion de zones arides, semi-arides et sub-humides.
- des périodes de sécheresse importantes.
- les changements climatiques ;
- un nombre élevé d'habitants ;
- par ailleurs l'économie de la plupart des pays africains des zones arides dépend fortement de la production agricole, pastorale et forestière. Ils sont donc particulièrement vulnérables.

- la fluctuation de l'échange entraîne des économies fragiles où l'investissement est faible et les systèmes politiques parfois instables. De plus il n'y a pas de mécanismes de régulation des prix agricoles et les fluctuations importantes des cours des céréales ne favorisent pas les investissements agricoles.

I.2.1.1. Exemple du problème de désertification en l'Afrique du Nord

L'Afrique du Nord est une région semi-aride et principalement désertique, comprend toute la région géographique des pays du Maghreb, ainsi que l'Egypte et le Soudan. La description générale de cette région est caractérisée par la variabilité du climat, la rareté des ressources en eau, la dégradation de la végétation, la pauvreté et le manque de cohésion des sols, une production agricole insuffisante et une offre insuffisante pour répondre aux besoins alimentaires de la population. Les précipitations moyennes sont réduites (tableau 2) (**Le Houérou, 1995**).

Tableau 2 : Répartition des terres arides en Afrique du Nord et sa superficie (pour 1000 km 2)

Pays	Taille total du pays	Zones climatiques écologiques					Total	%
		semi sec	Sec	Très sec	Zones isolées			
Algérie	2381	90	210	438	1562	2300	97	
Tunisie	164	26	55	33	30	144	88	
Maroc	713	130	120	150	240	640	90	
Egypte	1001	0	30	286	685	1001	100	
Mauritanie	1030	25	300	330	375	1030	100	
Libye	1760	2	90	230	1435	1757	97	
Soudan	2505	250	375	190	560	1375	55	
Précipitations annuelles moyennes (mm)		400 <P< 600	100 <P< 400	50 <P< 100	P< 50			

Source : (Le Houérou, 1995)

I.2.1.2. La désertification en Algérie

En Algérie, on compte 200 millions d'hectares occupées par la Sahara, 12 millions touchées par l'érosion hydrique et 20 millions d'hectares touchées par la désertification (zones steppiques arides et semi arides). Cette dégradation des terres et la désertification qui en est le stade le plus avancé (Figure 6), se traduisent par la réduction du potentiel biologique et par la rupture des équilibres écologique et socio-économique (**Ikhlef, 2013**).

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...etc.) Depuis plus d'une trentaine d'années, ils 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) (**Khodja, 2015**).

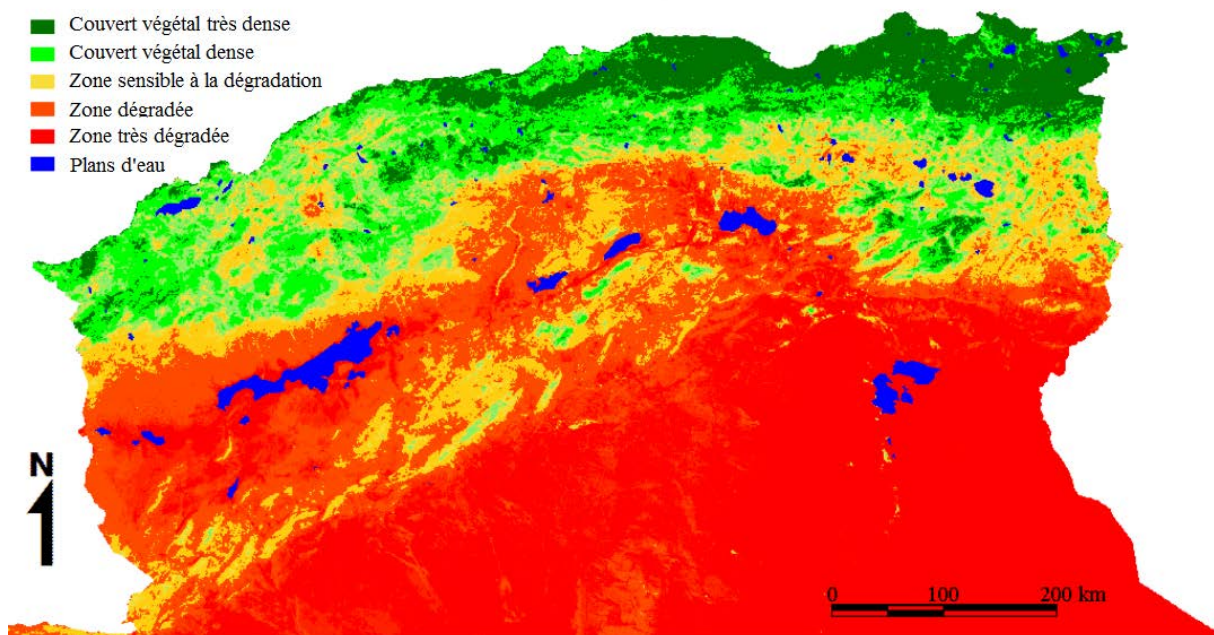


Figure 6. Carte synthèse de sensibilité à la désertification en Algérie (2000-2005) (**Benslimane, et al., 2008**).

I.2.1.2.1. Les steppes algériennes

L'influence directe du Sahara confère à la steppe un climat sec et chaud, marqué par des fluctuations thermiques importantes. Les sols sont généralement pauvres en matières organiques. La sécheresse, de plus en plus sévère durant les trois dernières décennies augmente le niveau d'aridité et accroît plus que proportionnellement la sensibilité des sols à la dégradation, première cause de la diminution de la couverture végétale. L'érosion éolienne, second facteur physique de dégradation de l'écosystème steppique, est accélérée dans un milieu où la végétation est devenue plus éparse (Abdelguerfi, 2003).

Selon Nedjraoui, et al. (2008), le changement du couvert végétal et l'érosion de la biodiversité caractérisent l'évolution régressive de l'ensemble de la steppe. Des faciès de végétation cartographiés en 1978 ont complètement disparu et sont remplacés par d'autres qui sont indicateurs de dégradation tels qu'*Atractylis serratuloides*, *Peganum harmala*. Les faciès que l'on retrouve sont modifiés tant sur le plan de la densité du couvert végétal que sur le plan de leur valeur pastorale. (Tableaux 3).

Tableau 3 : Évolution des principales steppes : fragmentation des formations végétales

Steppes originales (1978)	Steppes actuelles (2003)
<i>Stipa tenacissima</i> (Alfa)	<i>Atractylis serratuloides</i> , <i>Salsola vermiculata</i> et <i>Thymelaea microphylla</i>
	<i>Thymelaea microphylla</i> et <i>Atractylis serratuloides</i>
	<i>Thymelaea microphylla</i> et <i>Stipa parviflora</i>
<i>Lygeum spartum</i> (Sparte)	<i>Atractylis serratuloides</i> et <i>Peganum harmala</i>
	<i>Atractylis serratuloides</i> et <i>Salsola vermiculata</i>
	<i>Atractylis serratuloides</i>
<i>Artemisia herba-alba</i> (Armoise blanche)	<i>Salsola vermiculata</i> et <i>Atractylis serratuloides</i>

Source : (Nedjraoui, et al., 2008)

I.3. Les moyens de lutte contre la désertification

D'après Nahal (2004), sur le plan technique, il est possible de lutter contre la désertification dans les zones désertifiées encore récupérables, c'est-à-dire celles qui n'ont pas perdu tout leur potentiel biologique. Ces zones désertifiées peuvent être réhabilitées et restaurées. Les techniques suivantes qui ont été éprouvées dans les différentes zones arides et semi-arides dans différentes régions du monde peuvent être choisies et adaptées à chaque situation particulière :

- Des travaux de conservation des sols et des eaux
 - Des plantations d'arbustes fourragers xérophiiles adaptables et destinés à servir d'abris, de réserves fourragères sur pied et de bois de feu, tels que *Atriplex nummularia*, *Atriplex halimus*, *Acacia cyanophylla*, *Acacia salicina*, *Acacia victoriae*,... etc.
- régénération naturelle des parcours par la mise en défens totale ou partielle, dans le but de protéger la zone à régénérer contre l'homme et ses troupeaux.
 - Régénération des parcours par : le semis artificiel de certaines espèces telles que *Poa sinaica*, *Festuca pratensis*, *Phalaris tuberosa*, *Oryzopsis miliacea*,...etc.
- Détermination des capacités de charge et de densité des troupeaux des divers herbivores dans divers systèmes de gestion compatibles avec la diversité spatio-temporelle des ressources fourragères.
- Protection des zones boisées dans les zones sèches (Tableau 4) contre le défrichement, la surexploitation, le surpâturage et le feu.

Tableau 4: les chiffres pour l'échelle nationale de zones protégées dans les zones sèches

	Totale des zones (km ²)	Les zones protégées (km ²)	Les zones protégées (%)
Hyperaride	8,969,237	927,435	10.3
Aride	15,169,575	1,219,185	8.0
Semi-aride	22,673,686	1,840,242	8.1
Subhumide	12,962,403	1,399,659	10.8
Totale	59,774,901	5,386,521	9.0

Source: (U.N.E.M.G., 2011)

- Plantation d'arbres et d'arbustes forestiers ou agro-forestiers xérophi les pour la lutte contre l'érosion éolienne.
- Fixation des dunes de sable par utilisation d'espèces telles que ; *Tamarix aphylla*, *Tamarix stricta*, *Acacia cyclops*, *Acacia cyanophylla*, *Calligonum azel*, *Retama raetam*,...etc, après fixation du sable par des moyens mécaniques.
- Reboisement par plantations d'arbres et arbustes forestiers ou agro-forestiers xérophi les et à croissance rapide en vue d'assurer les besoins de la population en bois de feu et de lutter en même temps contre l'érosion, en particulier dans les pays non pétroliers.
- Utilisation préférentielle des énergies de remplacement, telles que les énergies solaire, éolienne, géothermique et autres, en vue de préserver les zones boisées et les parcours.
- Application des procédés connus de conservation des sols et des eaux dans les terres agricoles (travaux selon les courbes de niveau, culture en bandes alternantes, construction de terrasses,...etc.) et adoption de façons culturales appropriées et améliorées, adaptées aux zones arides et semi-arides.
- Amélioration du drainage et du lavage du sol dans les terres arides irriguées en vue de lutter contre la salinisation des sols.

I.3.1. Les programmes de lutte contre la désertification en Algérie

Selon **Ziad (2006)** et la **Direction Général des Forêts (2007)**, de nombreux programmes de lutte contre la désertification ont été lancés à différentes périodes au niveau des steppes algériennes :

- De 1962 à 1969 il y a eu la mise en place les chantiers populaires de reboisement (C.P.R.). 99.000 ha de plantations forestières ont été réalisés dans le cadre de l'amélioration et l'aménagement des parcours et la lutte contre l'érosion éolienne.
- Le « Barrage vert», projet lancé en 1974, couvrant les zones arides et semi-arides, reliant les frontières algériennes occidentales aux frontières orientales et s'étalant sur une superficie de 3 millions d'hectares, avait pour objectif de freiner le processus de désertification et de rétablir l'équilibre écologique.

- L'adoption du dossier steppe en 1983 a donné lieu à la création du Haut Commissariat au Développement de la Steppe (H.C.D.S.). Leurs réalisations se sont limitées à la réhabilitation des parcours dégradés par des mises en défens et des plantations d'Atriplex (figure 7).

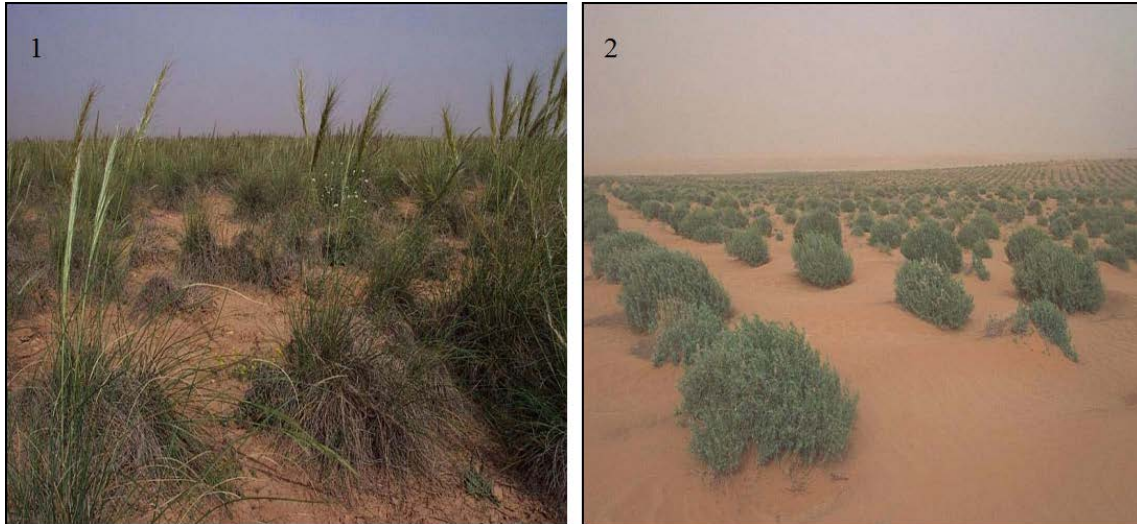


Figure 7. Actions de lutte contre la désertification (1 : Steppe à alfa mise en défens : Conservation des Forêts ; 2 : Plantation pastorale à Atriplex : H.C.D.S.)
(Nedjraoui, et al., 2008)

Le Plan National de Lutte Contre la Désertification, élaboré et mis en œuvre depuis 1987, s'insère dans le cadre des différents programmes de développement des zones steppiques, vise l'intensification et l'extension du projet barrage vert par la limitation des labours mécanisés en les localisant, dans le cadre de la mise en valeur, au niveau des zones potentielles agricoles. Ce plan vise aussi la reconstitution des forêts dégradées de l'Atlas Saharien par les reboisements de masse, la mise en défens des paramètres dégradés, en vue de reconstituer le tapis pastoral et la mise en place d'une infrastructure de désenclavement des zones marginalisées (Benderradji, et al., 2006).

Chapitre II présentation de zone d'étude

II.1. Localisation de la zone d'étude (Tamsa)

La région de Tamsa est située dans la daïra de Sidi Amer, dans la wilaya de M'sila. Cette dernière est située au Sud Est d'Alger, limitée au Nord par les Wilayat de Médéa, Bordj Bou-Argeridj, Sétif et Bouira ; à l'Ouest par Djelfa ; à l'Est par Batna et au Sud par Djelfa et Biskra. La Wilaya de M'sila, dans ses limites actuelles, occupe une position privilégiée dans la partie centrale de l'Algérie du nord. Dans son ensemble, elle fait partie de la région des hauts plateaux centraux. Elle s'étend sur une superficie de 18.175 km². Elle est située à 35°40' latitude Nord et 04°30' longitude Est, avec une altitude d'environ 441 m (Bouacherine, et al, 2017) (Figure 8).

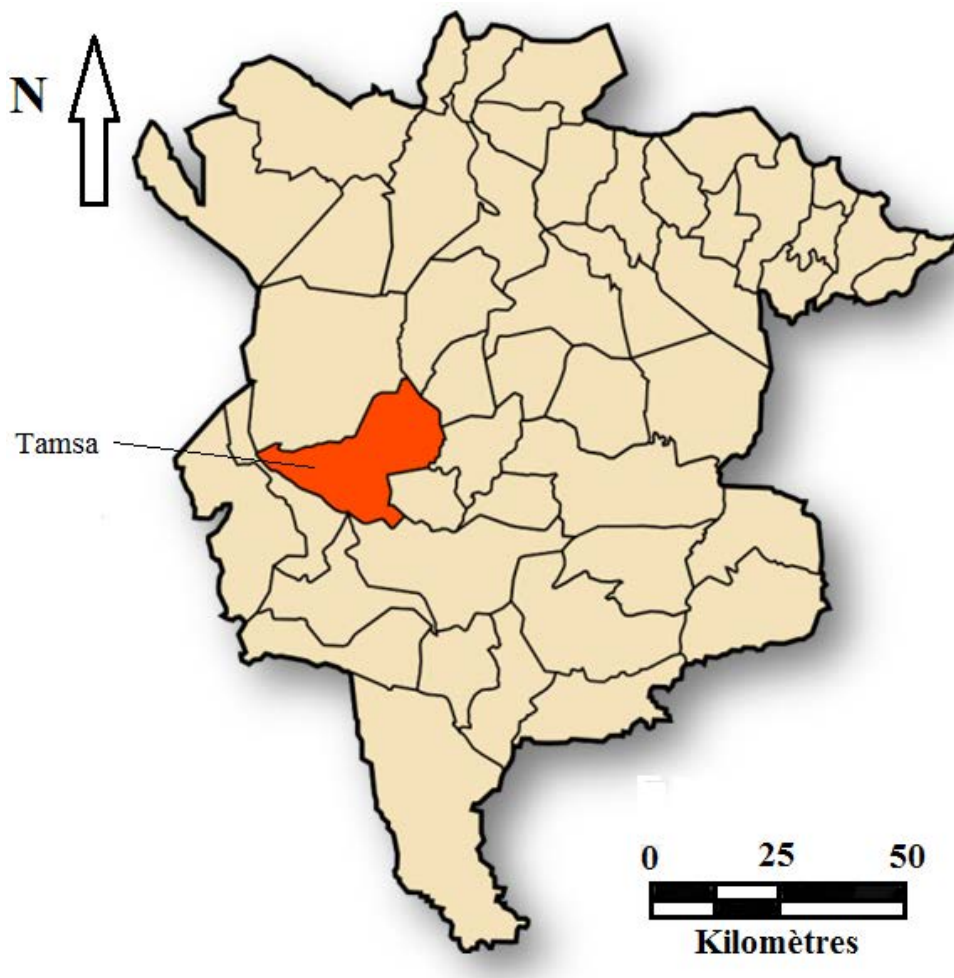


Figure 8. Localisation de la zone d'étude (tamsa, wilaya de M'sila)

La municipalité de Tamsa est située dans le sud de wilaya de M'sila, qui est bordée au nord par Sidi Amer, au sud par Salim et Jabal Amsad, l'est Boussada et ouled Sidi Ibrahim et du ouest Amjadl. Elle se trouve à environ 100 km du chef lieu de la wilaya et à 30 km de la daïra de Boussada, couvrant une superficie d'environ 60 000 hectares. Les coordonnées géographiques de la ville de tamsa sont mentionnées dans le tableau 5.

Tableau 5: localisation géographique de Tamsa

cordonnées géographiques	35°.17 Nord 3°.92 Est
Distance d'Alger	280 km
Altitude	600 Km

II.2. Les Caractéristiques de la zone d'étude

II.2.1. Caractéristique géologique

La zone d'étude se trouve à Tamsa, elle fait partie du bassin de chott El Hodna, donc elle a les mêmes caractéristiques géologiques. Selon la carte géologique de chott El Hodna (Figure 9), la zone d'étude est constituée de roches sédimentaires du Secondaire et du Quaternaire. On a :

- Le crétacé : Le crétacé est une formation largement marquée par des grès, des argiles et des calcaires, il est bien rependu dans la région de Boussaâda avec ses différentes formations ;
- Le Quaternaire : C'est des alluvions anciennes constituées essentiellement par des sédiments fins ;
- Alluvions: Ce sont des limons à couleur grise, ces formations sont riches en matière sableuse, les graviers sont rares ;
- Dunes: Localisées dans la région centrale au Sud et au Sud-Ouest du Chott El Hodna, au Sud du Zahrez El Chergui et vers Bou-Saada ils sont formés de sable quartzueux fins parfois chargés de matériel argileux ;

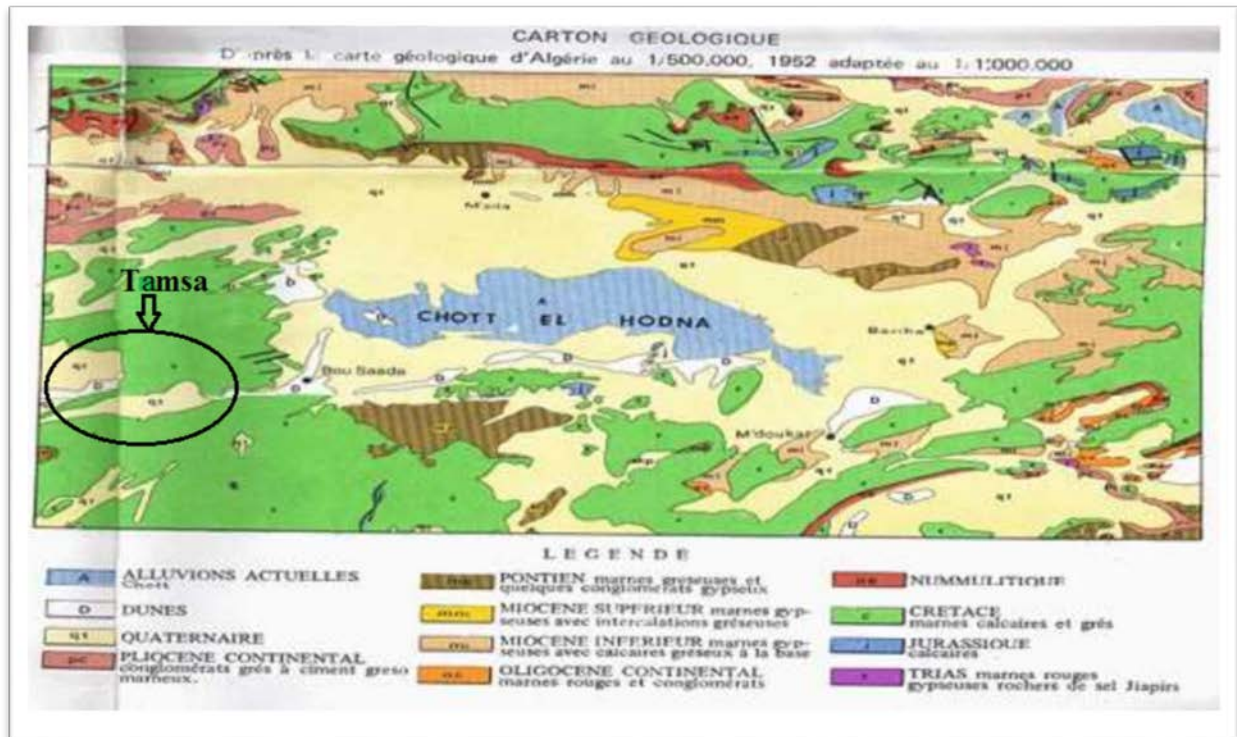


Figure 9. Carte géologique de chott el hodna (Le Houérou, 1995)

II.2.2. Caractéristique pédologique

Les sols du Hodna présentent des caractères plus complexes. Les études des ressources naturelles dans le Hodna, menées par la F.O.A., permettent de mieux connaître les 5 variétés de sols de la région de Boussaâda, ainsi que leurs aptitudes culturales (Nacib, 1986) on a :

- les sols minéraux.
- les sols (peu évolués)
- les sols calcimagnésiques.
- les sols hydro morphes
- les sols salins et alcalins

Dans la région de Tamsa le type de sol dominant est sablonneux, en effet elle est constituée de sables mouvants, qui forment 25% des dunes et le reste représente un faible pourcentage de sels (Harch, et al., 1988).

Une étude des changements d'humidité dans les dunes révélée par les résultats de l'expérience de six mois (mars-octobre) menée en 1987 dans l'état de Djelfa, qui

montre que les différents ratios d'eau pris à différentes profondeurs sur trois niveaux passent à un niveau. La profondeur (45 cm) est moins sèche à la base de la dune qu'au sommet de la dune. On observe que dans les sols fixés mécaniquement, le sol est plus riche en eau que dans les dunes stabilisées biologiquement, ce qui explique la perte Eau par transpiration et humidité généralement adéquate Centré autour d'une profondeur de 90 cm.

II.2.3. Les caractéristiques climatiques

Le climat correspond à la distribution statistique des conditions atmosphériques dans une région donnée pendant une période de temps donnée. Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution des êtres vivants (**Faurie et al, 1980**).

En milieu aride, les mêmes variables de bases sont utilisées pour la synthèse bioclimatique à savoir : les précipitations (mensuelles et annuelles) et les températures (maximales, minimales et moyennes). Ce sont leurs variabilités qui nous intéressent le plus.

Vu l'absence de station météorologique dans la commune de Tamsa, nous avons utilisé les données fournies par celle de Djelfa, car c'est la plus proche de notre zone d'étude. La différence d'altitude n'est significative pour justifier des corrections climatiques.

II.2.3.1. Les précipitations

Selon **Ramade (1984)**, les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale. La quantité annuelle des précipitations conditionne en grande partie les biotopes continentaux. La pluviométrie a une influence importante sur la flore et sur le comportement des espèces animales. Sa variabilité est un facteur déterminant d'aridité.

La région de Tamsa reçoit une petite quantité de pluie, mais toute l'eau reçue par le sol s'évapore rapidement dans cette région, car la chaleur est élevée et l'absorption est rapide par le sable.

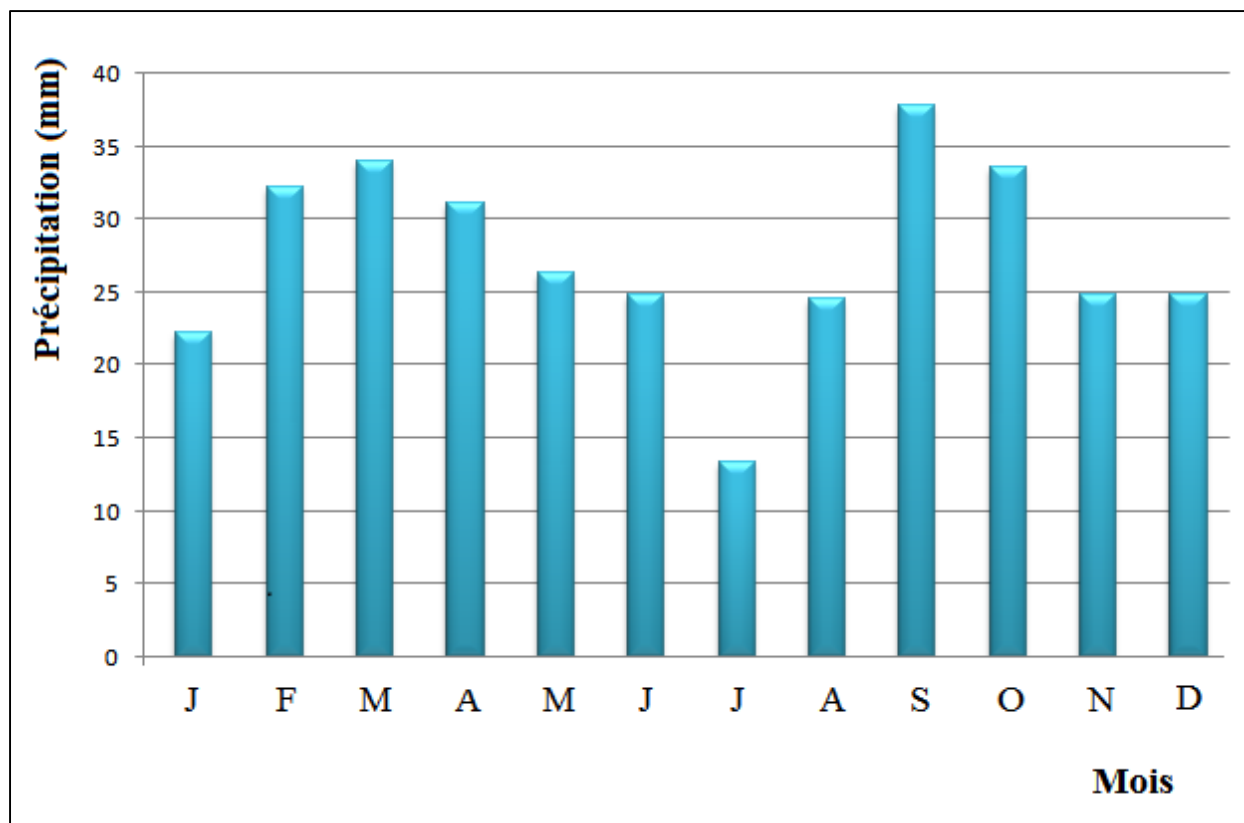


Figure 10. Variations des précipitations moyennes mensuelles pour la période (2005 -2016)

L'analyse de la figure 10 montre que les taux des précipitations moyennes mensuelles sont faibles. Le maximum des pluies est enregistré au mois de septembre avec 37,8 mm, alors que le minimum est observé au mois de juillet (13,34 mm).

II.2.3.2. Les températures

La température caractérise les régions par son influence sur la faune et la flore et aussi sur d'autres facteurs climatiques comme les précipitations.

Dans un milieu en désertification, c'est la variabilité de la température qui conditionne les périodes sèches et augmente l'effet de la dégradation. La figure 11 représente l'évolution mensuelle des températures moyennes (2005-2016) pour la station métrologique de Djelfa.

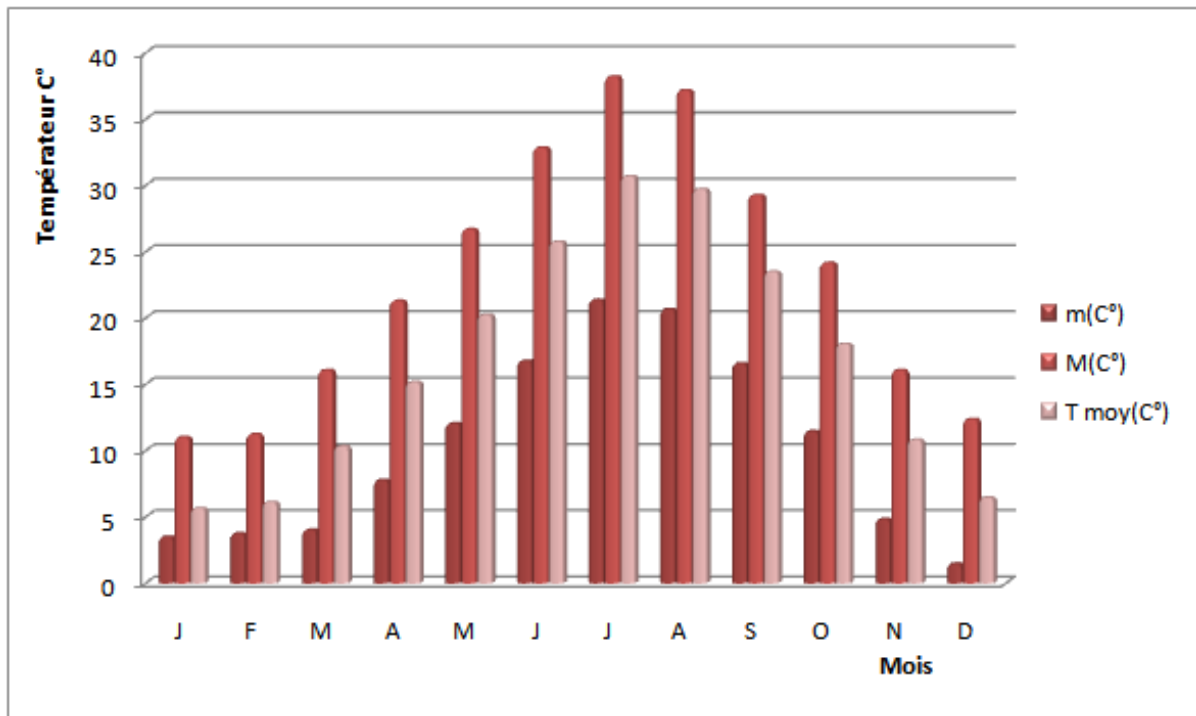


Figure 11. Evolution mensuelles des températures (2005-2016) /Station métrologique de Djelfa

On remarque, d'après la figure 11, que le mois de janvier est le mois le plus froid, avec une moyenne minimale de 5,66 C°, alors que le mois le plus chaud est juillet, avec un maximum de 30,7 C°.

On peut remarquer aussi :

- la température moyenne maximale, la plus élevée, est enregistrée en juillet avec 38,21 C° et la température moyenne maximale, la plus basse, est enregistrée en janvier, avec 11,01 C°.
- la température moyenne minimale la plus élevée en juillet avec 21,37°C, et la température moyenne minimale la plus basse enregistrée en janvier avec 3,5°C.

II.2.3.3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Après l'observation de figure 12, on remarque que le période sèche de Tamsa dure sept (07) mois, allant d'avril à octobre.

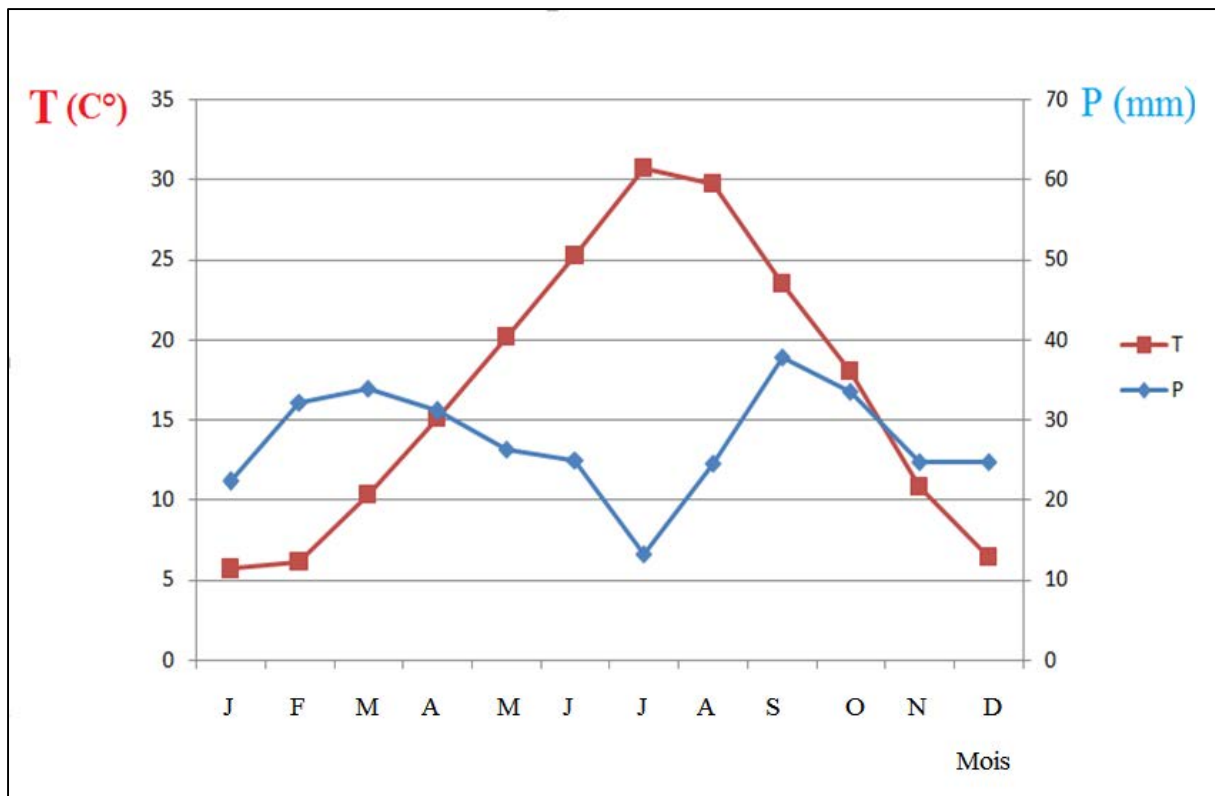


Figure 12. Diagramme ombrothermique de bagnouls et Gausсен.

II.2.3.4. Quotient pluviothermique d'Emberger

Selon Jaziri (2017), l'indice d'Emberger prend en compte les précipitations annuelles P , la moyenne des maxima de température du mois le plus chaud (M en K) et la moyenne des minima de température du mois le plus froid (m en K).

Ce quotient est défini par la formule : $Q_2 = (2000 * P) / (M^2 - m^2)$ Avec,

- Q quotient pluviométrique d'Emberger
- M la moyenne des températures du mois le plus chaud en kelvin
- m la moyenne des températures du mois le plus frais en kelvin
- P pluviométrie annuelle en mm

□ Important : $K = C + 273,15$

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

- P (mm) = 329,71
- $M^2 = 96976,19$ $m^2 = 75443,61$
- $M^2 - m^2 = 21532,58$
- $Q_2 = 30,62$

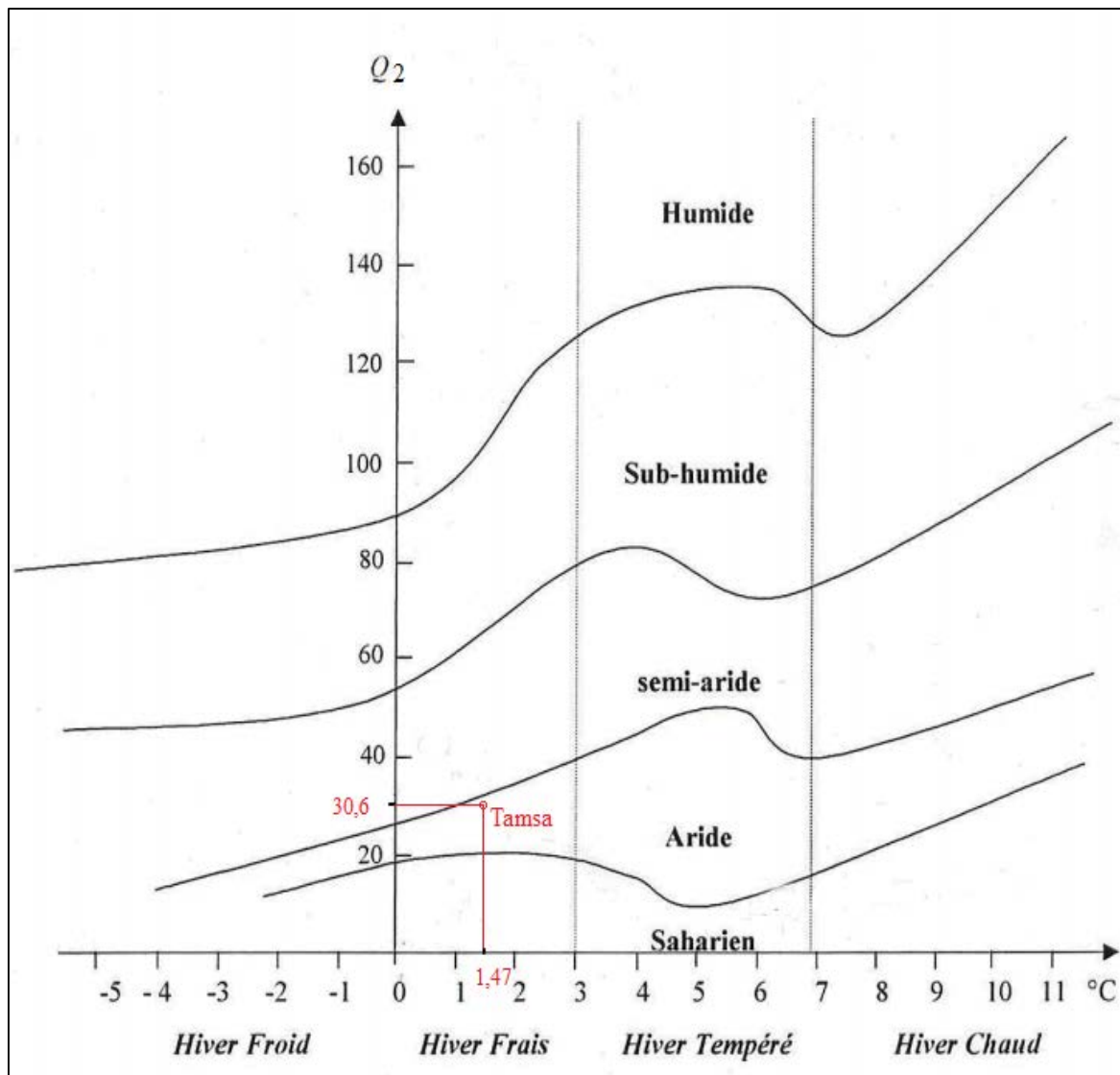


Figure 13. Climagramme d'Emberger de la région de tamsa (2005 – 2016)

D'après la figure 13, le région Tamsa est située dans l'étage climatique aride avec un hiver frais.

II.2.3.5. Le vent

Le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant. Il exerce une grande influence sur les êtres vivants (Ramade, 1984). Le vent est caractérisé par sa vitesse et sa direction. Il joue un rôle écologique important.

Les vents dominants dans la région de d'étude sont ceux du Nord-ouest, ils sont généralement froids. Le Sirocco vent chaud, sec et desséchant venant du Sahara

contribue grandement à la dégradation des parcours, il souffle du Sud en saison chaude.

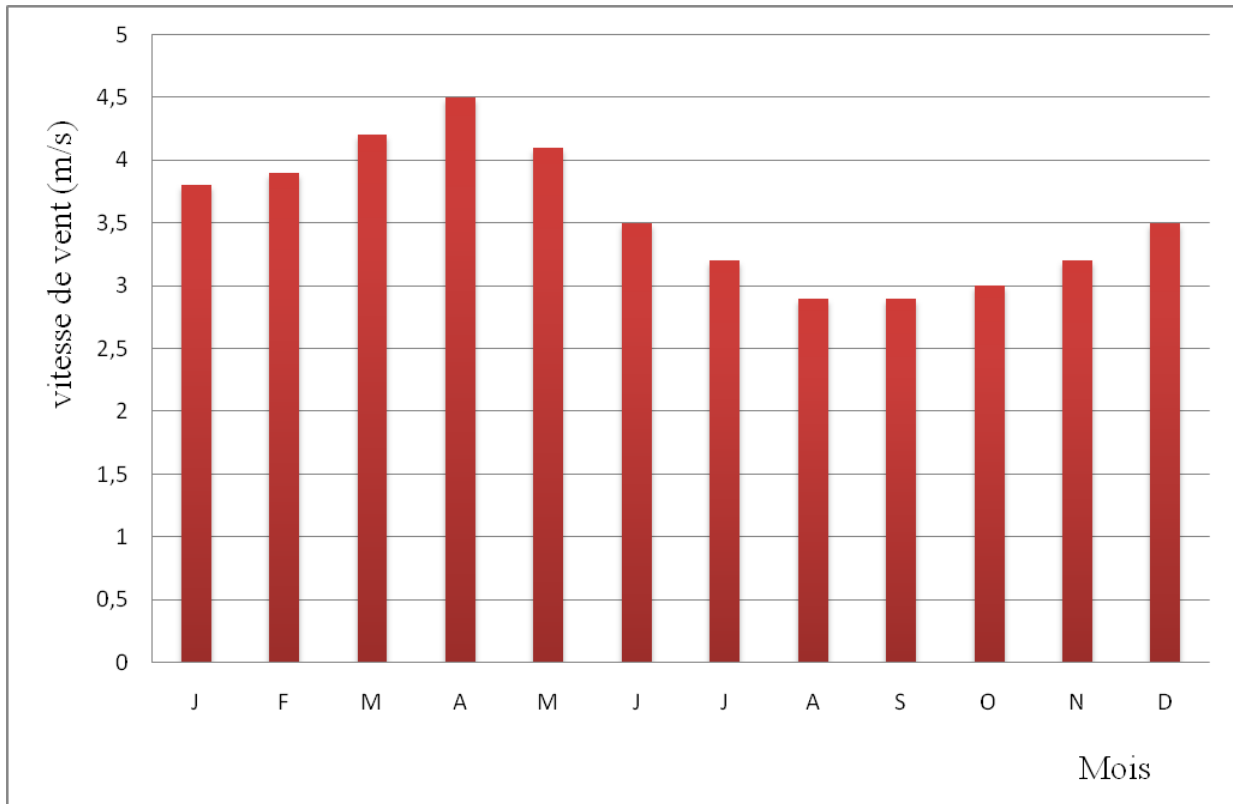


Figure 14. Les variations mensuelles de la vitesse des vents pour la région de Djelfa (1984-2013)

L'observation de la figure 14, montre que la vitesse moyenne maximale des vents, pour la période de 1984-2013, est de 4.5 m/s, calculé pour le mois d'avril, tandis que la vitesse minimale, est de 2.9 m/s, observé pour les mois d'août et de septembre.

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1. Présentation du projet (fixation des dunes sableuses)

Le projet de fixation de dunes sableuses, que nous allons étudier, est situé à Botmat, dans un site appelé « Bejarate wdinet douihba », appartenant à la commune de Tamsa. Il est situé à 20 Km Ouest du chef lieu de la commune de cette dernière (Figure 15). Les coordonnées géographiques du projet sont 35°,10 N et 3°,43 E.

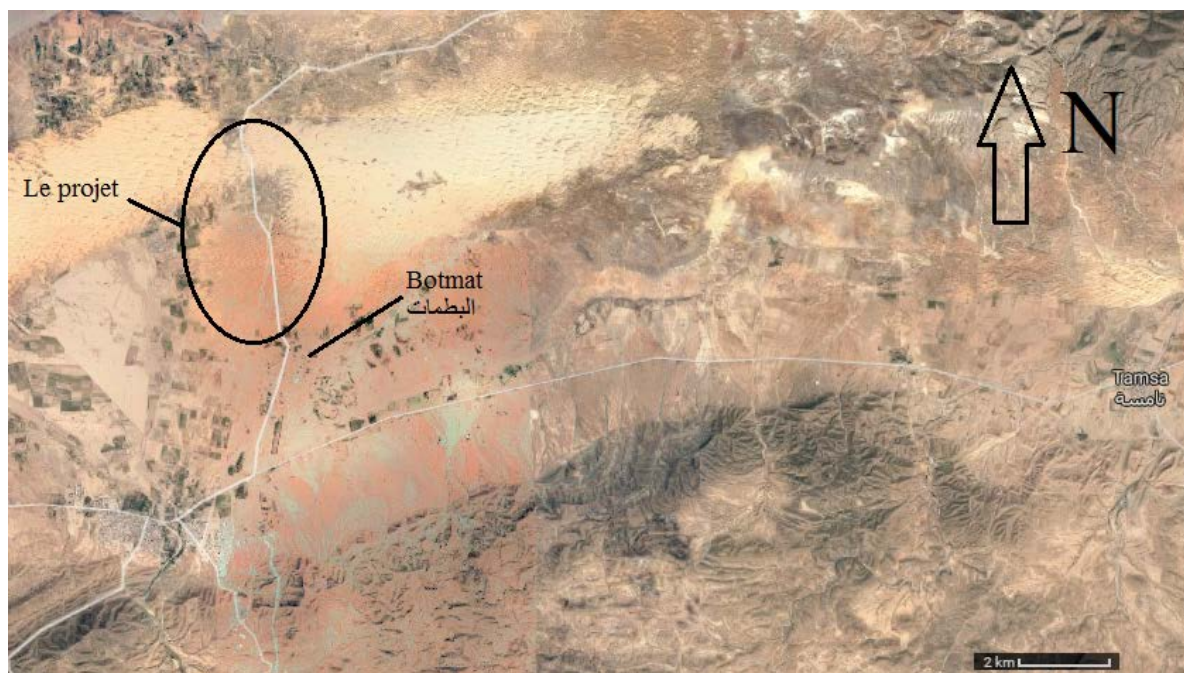


Figure 15. Carte géographique de la situation du projet (Google.map 2019)

Ce projet a une superficie d'environ 450 hectares. La conservation des forêts de M'sila a divisé celui-ci en deux parties ; la première dans le côté Ouest avec 300 h, dont la réalisation des travaux sont assurés par le Bureau National des Travaux Forestiers. La deuxième partie se situe dans le côté Est, avec 150 h, réalisée par une entreprise étatique pour la réhabilitation des richesses forestières.

III.1.1. Le sous-projet A (300 h)

Les travaux ont commencé en fin janvier 1988, avec une durée de réalisation de 36 mois. Le couvert financier est de 4.193.300 DA. La source des espèces utilisées pour ce projet est la pépinière de la commune de Mejbara, qui se situe dans

la wilaya de Djelfa. Pour le personnel, le Bureau National des Travaux Forestiers a utilisé 100 ouvriers pour la réalisation de ce sous projet.

III.1.2. Le sous-projet B (150 h)

L'Entreprise d'Etat pour la Réhabilitation des Richesses Forestières a entamé les travaux du projet B en début février 1988. La durée de réalisation est comme le premier (36 mois). Le couvert financier est de 2.099.154 DA. Pour le personnel, on a utilisée 70 ouvriers, et les sources des plants utilisés pour la fixation des dunes sableuses sont la pépinière de Magra et celle de M'sila.

III.2. Description de l'état initial ou de la zone avant le projet

Selon certains habitants de la région, la région souffrait de beaucoup de sables mouvants (Figure 16), qui envahisse les habitations, les institutions de l'État, et les routes. Le sable atteignait le toit des maisons. Il était évident qu'ils enterraient leur agriculture. Le sable a endommagé les cours d'eau, ce qui leur a coûté beaucoup de pertes, car il entraîne la destruction de leurs cultures ou le recours à des ouvriers pour éliminer le sable de ces eaux, ce qui prend beaucoup de temps et demande beaucoup d'argent. Certains habitants se sont installés dans le centre-ville (Tamsa) et dans d'autres zones, laissant leurs terres agricoles (exode rural).



Figure 16. Vu typique de la zone à état initial (Photo original)

III.3. Les causes de la dégradation des terres dans la zone de Tamsa

III.3.1. Les causes naturelles

III.3.1.1. La sécheresse

La zone d'étude reçoit une quantité de pluie inférieure de 200 mm par ans. La variabilité des précipitations mensuelle et annuelle est irrégulière. Les hautes températures qu'enregistre la zone d'étude fait évaporer les eaux qui tombent sur terre, ce qui ne laisse pas le temps aux végétaux existants d'utiliser l'eau. Il y a aussi un autre problème, qui est la texture du sol (sol sablonneux) qui caractérise une grande partie de cette zone.

III.3.1.2. L'érosion éolienne

La région de Botmat est une terre aplaté, avec des obstacles moindres, il y a aucune montagne qui dévierait ou diminuerait la vitesse des vents du sud ; la plus proche montagne de côté ouest (Had sahari) est loin d'environ 30 km et la chaîne des montagnes de Menaâ de sud-ouest avec une distance de 8 à 9 km (Figure 17). Tous ça aident la pénétration des vents dominants et des vents chauds spécifiquement en été (le Sirocco), qui atteignent à 180 km/h et par fois à 200 km/h, 20 à 30 jours/an, et de ce fait, accélère le phénomène d'érosion éolienne.

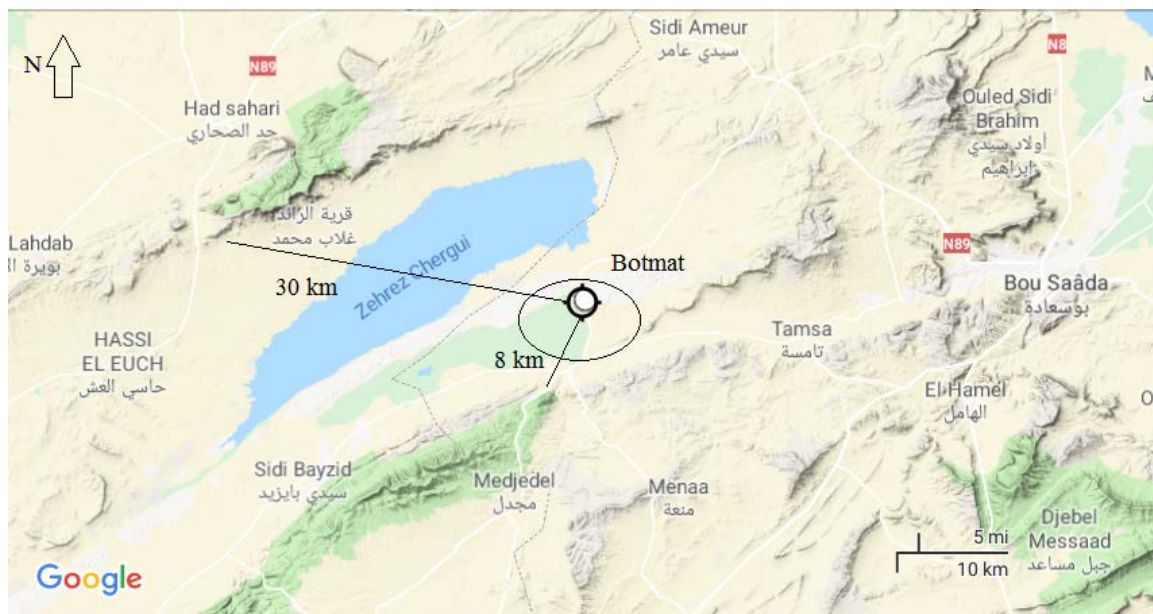


Figure 17. Carte géographique montrant la distance entre la zone d'étude et les montagnes (Google.map 2019)

III.3.2. Les causes humaines

Ils sont multiples, on à :

- La pression de la population sur l'environnement consiste à couper des plantes naturelles et à transformer les steppes en terres agricoles ;
- Utiliser les mauvaises méthodes agricoles, à savoir ;
- ✓ Méthodes de préparation des terres pour l'agriculture, telles que le labour profond, en négligeant les murs de soutènement qui empêchent les fortes évapotranspirations du sol, et en négligeant la culture de brise-vent ;
- ✓ Méthodes de sélection des modèles de culture et des cycles agricoles, telles que la plantation fréquente sur le même terrain ;
- ✓ Les méthodes liées aux pratiques agricoles telles que la mauvaise irrigation, la fertilisation et la récolte entraînent une augmentation de la salinité du sol et une diminution de la fertilité ;
- La mauvaise exploitation des ressources naturelles qui cause l'épuisement des ressources en eaux souterraines et des sols, qui les expose à la salinisation, avec le surpâturage qui réduise la couverture végétale.

III.4. Les méthodes utilisées de lutte contre la désertification dans ce projet

Il y a deux méthodes de fixation des dunes sableuses utilisées dans la région de Botmat-Tamsa- l'une est physique suivit d'une autre biologique. On 'a :

III.4.1. Fixation mécanique des dunes sableuses

La première étape pour lutter contre la dérive de sable consiste à arrêter le mouvement du sable ou à ralentir les vents en créant des brise-vent, qui font face aux vents dominants, ces derniers sont le principal facteur de désertification dans cette région. L'explication mécanique de ce processus est que la clôture ralentit le flux d'air entraînant la libération d'air de sa charge (grains de sable). La fixation mécanique dépend à la création de carrés à différents superficies selon le niveau d'hauteur de la dune. Les ouvriers ont utilisé les palmes secs du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) pour créer les carrés, car elles sont plus disponibles et avec un prix moins onéreux. Le but ces carrés étant de stabiliser le sable à leur place et de limiter la vitesse du vent (Figure 18).



Figure18. Utilisation des palmes secs comme de brise-vent (Circonscription des forêts de Medjadel)

Les photos ci-dessus, prises en 2012 par les services des forêts de Medjadel, montrent que les forestiers ont fait des entretiens dans les zones de brises vent endommagées de Botmat, 16 ans après l'installation du projet. On utilise ces photos pour montrer l'utilisation des palmes secs comme de brise-vent du projet initial en 1988. D'après le chef de circonscription des forêts de Medjadel les méthodes utilisées sont les mêmes.

III.4.1.1. Construction de brise-vent

Les matériaux utilisés dans la construction des brise-vent sont les palmes secs, le fil et les barres en fer, ainsi que les outils de forage. La méthode utilisée est soumise aux bases techniques suivantes:

- La surface du sable est divisée en formes carrées en fonction de la topographie de la région et de la dynamique du vent dominant. Ses dimensions sont inversement proportionnelles à la hauteur du sable, car la vitesse du vent augmente sur les sommets et les pentes par rapport à la surface plane et il est recommandé d'utiliser 4 X 4 mètres au sommet des dunes. 8 X 8 mètres sur les pentes et 12 X 12 mètres sur les dépressions (Figure 19);
- Creuser des tranchées d'une profondeur de 80 cm suffisamment large pour placer le matériau (les palmes secs), puis ramener le sol extrait des tranchées ouvertes à sa place au-dessus de la partie enterrée du matériau ;
- Une bonne pression consiste à appuyer par les jambes sur les deux côtés.

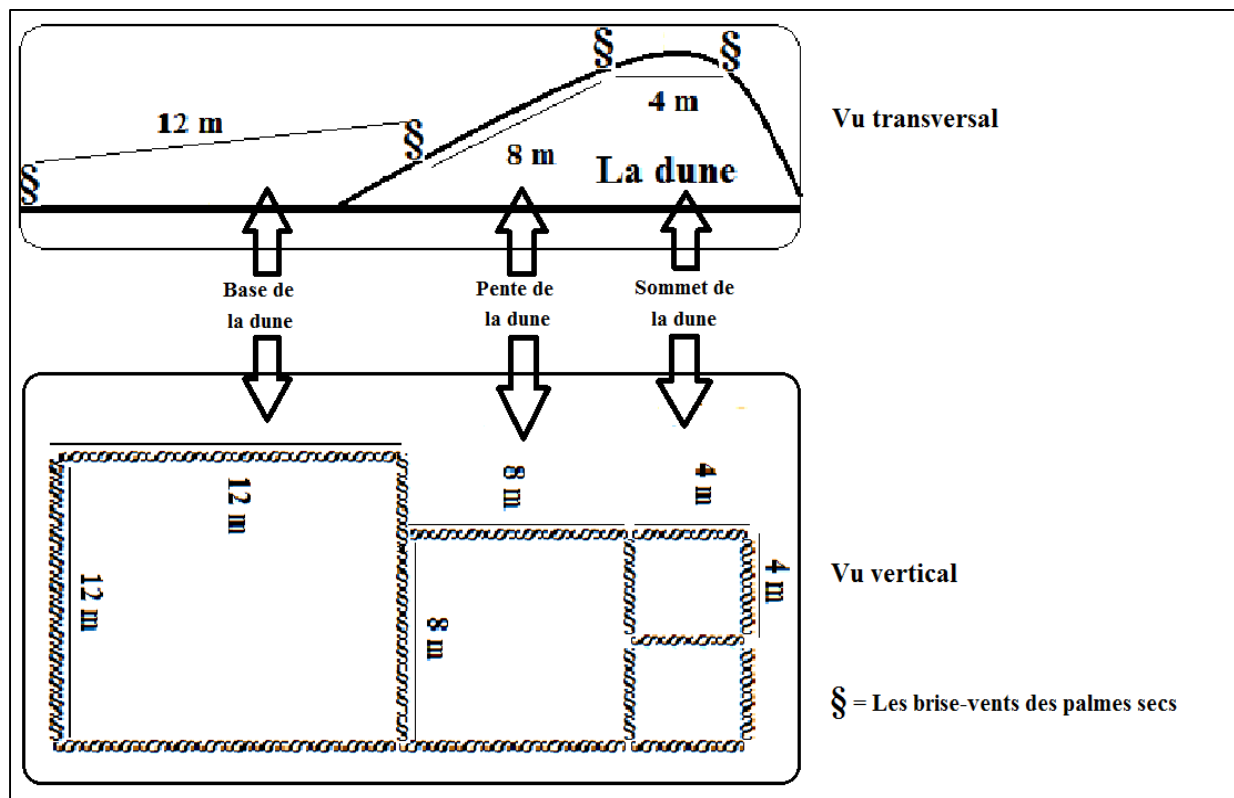


Figure 19. Schéma descriptif de la méthode mécanique

Dans cette zone les ouvriers creusent une tranchée d'une profondeur de 80 cm et d'autres soudent les brise-vents de palmes secs de 1,5 mètre à 1,9 mètre afin de les placer à l'intérieur de la tranchée à environ 80 cm. Les brise-vents sont tissées avec des fils de fer, pour s'assurer, qu'elles sont perméables à l'air afin qu'elles ne tombent

pas face au vent violent. Reliez l'autre extrémité à une grosse barre de fer incrustée dans le sable (Figure 20).



Figure 20. Tissage et mise en place des brise-vents (Circonscription des forêts de Medjadel, 2012)

III.4.2. Fixation biologique des dunes sableuses

La fixation biologique des dunes sableuses consiste à l'implantation des espèces végétales qui doivent présenter des caractéristiques spécifiques, telle que la résistance à la sécheresse, la tolérance aux types du sol...etc. Elles se plantent après la fixation mécanique, en d'autre terme, dans les carrés de palmes secs complétés en été et l'implantation est entre novembre et février.

Les espèces utilisées dans ce projet sont: *Tamarix sp* L., *Atriplex sp* L. et *Acacia sp* L. ; l'espèce *Atriplex sp* est planté au sommet de la dune, le *Tamarix sp* L., sur les pentes, alors que que *Acacia sp* dans la base de la dune (Figure 21 et 22). D'autres espèces ont été plantées aléatoire, mais juste pour un but de diversifier la zone, ce sont : *Acacia sp* L., *Nerium sp* L. *Retama sp* F.W.B. et *Elaeagnus sp* L.

Les plantes sont soigneusement plantées avec une distance de 2,5 m entre chaque plante, et 5 m entre chaque ligne de plantation et une autre. L'arrosage est effectué périodiquement avec des réservoirs d'eau jusqu'à ce qu'il soit confirmé que la plante est capable de compter sur elle-même pour trouver de l'eau.

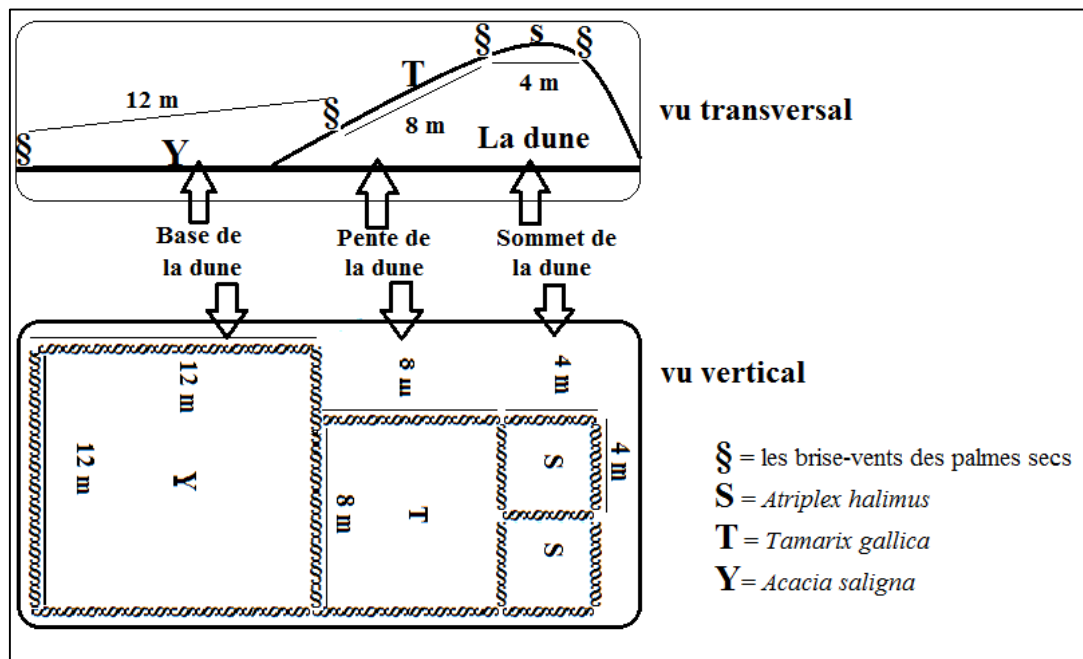


Figure 21. Schéma descriptif de la méthode biologique après la fixation mécanique



Figure 22. Exemple d'implantation de *Tamarix gallica* L. (Circonscription des forêts de Medjadel, 2012)

III.4.2.1. Les espèces utilisées dans la fixation des dunes sableuses

III.4.2.1.1. *Atriplex sp*L.

Selon **Kinet et al., (1998)**, l'*Atriplex sp* est un arbuste natif d'Afrique du Nord où il est très abondant. Il s'étend également aux zones littorales méditerranéennes de l'Europe et aux terres intérieures gypso-salines d'Espagne. *Atriplex sp* L. est un arbuste fourrager autochtone qui tolère bien les conditions d'aridité (sécheresse, salinité,...). *Atriplex sp* est un Arbuste de 1 à 3 m de haut, très rameux, formant des touffes pouvant atteindre 1 à 3 m de diamètre ;

- **Les feuilles** sont alternes, pétiolées, plus au moins charnues, couvertes de poils vésiculeux blanchâtres, ovales, assez grandes et font 2 à 5 cm de longueur et 0,5 à 1 cm de largeur ;
- **L'inflorescence** est monoïque, en panicule d'épis, terminale et nue ;
- **La graine** est d'une teinte roussâtre ;



Figure 23. *Atriplex sp* dans la région de Tamsa

Position systématique :

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Caryophyllales
Famille	Chenopodiaceae
Genre	<i>Atriplex</i>
Espèce	<i>Atriplex sp</i> L.

III.4.2.1.2. *Tamarix sp* L.

Selon **Quezel, et al., (1962)**, *Tamarix sp* L.: forme sauvage poussant naturellement dans la méditerranée, les fleurs roses apparaissent de juin à août. Disques à 10 lobes. Etamines 5 à filets insérés dans les lobes d'un sinus non l'autre. Arbrisseau de 2 à 8 mètres, à rameaux grêles, effilés, rougeâtres

- **feuilles** à peine scarieuses aux bords, un peu glauques, ovales-lancéolées, acuminées, embarrassantes et élargies à la base, se développant en même temps que les fleurs, bractées ovales ;
- **fleurs** petites, globuleuses dans le bouton, en épis nombreux, grêles, un peu lâches disque hypogyne à 10 angles obtus, séparés par des sinus portant des étamines ;
- **étamines** saillantes à anthères apicales ;
- **capsule** ovale-pyramidale, insensiblement atténuée de la base au sommet ;



Position systématique

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Violales
Famille	Tamaricaceae
Genre	Tamarix
Espèce	<i>Tamarix sp</i> L.

Figure 24. *Tamarix sp* dans la région de Tamsa

III.4.2.1.3. *Acacia sp* L.

D'après **Quezel, et al., (1962)**, Appelé encore *Acacia cyanophylla*, un arbre originaire du sud-ouest d'Australie. Il a été introduit dans de nombreux pays hors de son aire naturelle, notamment en Afrique du nord.

Un arbuste buissonnant, non épineux, multicaule, de 2 à 5 m de haut mais il peut également se présenter sous la forme d'un arbre de 8 m de haut avec un seul tronc d'un diamètre atteignant jusqu'à 30 cm. L'écorce est lisse, de couleur rouge-brun au niveau des rameaux; sur les arbres âgés l'écorce est gris-foncé et fissurée.

- **les Feuilles:** Phyllodes vert foncé à bleu-vert avec des nervures centrales très visibles, très polymorphes, longs et étroits à lancéolés, droits ou falciformes, de 8 à 25 cm de long sur (0.4 - 0.2) cm de large, souvent plus grands à la base de l'arbre ;
- **Fleurs:** Jaune vif, groupées par 25 - 55 (jusqu'à 78) en glomérules sphériques de 5 à 10 mm de diamètre portés par 2 à 10 pédoncules glabres, réunis en racèmes ;
- **Fruits:** Gousse étroites, de 4-6mm de large et 8-12cm de long, parfois légèrement arquées, légèrement contractées entre les graines (Graines brun foncé à noir, brillantes, 5 - 6 mm de long sur 3.5 mm de large) ;
- **Longévité:** Elle est de 7-15 ans avec des précipitations annuelles de (150 - 200) mm ; elle est seulement de 5 ans si le sol est peu profond ;
- **Propagation:** Par graine, rejette aisément de souche et drageonne facilement, d'où son intérêt pour la fixation des dunes.



Figure 25. *Acacia sp* dans la région de Tamsa

Position systématiques :

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Genre	Acacia
Espèce	<i>Acacia sp</i> B.

III.4.2.1.4. *Acacia sp* L.

Arbuste ou arbre, le port semble dépendre des conditions de vie et d'exploitation par l'homme de ce végétal. Il peut atteindre 4 à 6 m de haut quand son développement est laissé libre. Il est très communément doté d'épines stipulaires de 9.5 cm de longueur sur les tiges et les rameaux. Les feuilles sont bipennées, de

couleur vert pâle, glauques, composées, alternes, avec de nombreux folioles. Les glomérules de fleurs jaunes groupées en courtes grappes donnent ensuite des gousses aplaties et oblongues, contenant des graines de couleur noire (Najma, 2006).



Figure 26. *Acacia sp* dans la région de Tamsa

Position systématique :

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Genre	Acacia
Espèce	<i>Acacia sp</i> L.

III.4.2.1.5. *Retama sp* F.W.B.

Selon Zohary, (1962), c'est une légumineuse arbustive, occupant les zones arides, semi- arides et côtières, qualifiées de plantes fixatrices de dunes, leur nom dérive du nom biblique (ROTEM) qui fut changé par les arabes en (R'tem) ou (rétam). La plante de *Retama sp* est fréquente dans le nord et l'est de la méditerranée. Le genre *Rétama* a fait l'objet de peu de travaux dans le domaine de la Cytogénétique en Algérie.

Retama sp , Arbuste saharien de (1 à 3,5) m de hauteur à rameaux veloutés

- **les fleurs** blanches, grandes (8 - 10) mm, en grappes pauciflores de 5 à 10 fleurs; gousses ovoïdes, aiguës, terminées en bec.
- **Les rameaux** fortement sillonnés en long. Elle se trouve dans les dunes et lits des oueds, **les feuilles** sont très caduques, les inférieurs sont trifoliolés, les supérieurs simples et unifoliées
- **La floraison** de la plante de l'Avril au Mai
- **Le fruit** est une étroite gousse indéhissante de moins de 2 cm, acuminées, avec une extrémité aigue, portant une à deux graines ;



Position systématique :

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Genre	Retama
Espèce	<i>Retama sp</i> F.W.B.

Figure 27. *Retama sp* dans la région de Tamsa

III.4.2.1.6. *Nerium sp* L.

Selon **Moyse, (1971)**, le *Nerium sp* ou laurier-rose (appelée localement Défla) est un arbuste appartenant à la famille des Apocynaceae. Le nom latin *Nerium* vient du grec *nerion* signifiant « humide », indiquant la prédilection de cette plante pour les zones humides. Nom spécifique *oleander* vient de l'italien de « *oleandro* » qui vient du latin « *olea* » qui désigne l'olivier faisant référence à la ressemblance des feuillages. C'est un arbuste très glabre à tiges érigées. Il est de 2 à 5 m de hauteur, au feuillage persistant, allongé et coriace, aux fleurs qui s'épanouissent en bouquets à l'extrémité des branches, légèrement parfumées, elles fleurissent du printemps à la fin de l'été

- **feuilles** : opposées ou verticillées par 3, longuement lancéolées (8-14 x 5-2.5cm), coriaces, à nervures secondaires pennées, très nombreuse, serrées.
- **fleurs** : en corymbes terminaux, ont une corolle infundibuliforme à gorge rose s'évasant en 5 lobes étalés et ornés d'un appendice à 3-4 dents courtes, elles s'épanouissent de juin à septembre, sont de teinte rose ou blanche, disposées en corymbe ;

- **fruit** : comporte deux follicules allongés (8-16 x 0.5-1.5cm), soudés jusqu'au début de la déhiscence.
- **graine** : duveteuse, est surmontée d'une aigrette sessile qui en facilite la diffusion ;



Position systématique :

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Gentianales
Famille	Apocynaceae
Genre	Nerium
Espèce	<i>Nerium sp</i> L.

Figure 28. *Nerium sp* dans la région de Tamsa

III.4.2.1.7. *Elaeagnus sp* L.

Selon **Guillaume, (2012)** C'est un arbuste ou arbrisseau à croissance rapide, qui atteint environ 7 mètres de hauteur, en fait de 2 ou 3 m jusqu'à 10 à 12 m. Sa racine pivotante présente un système de racines latérales bien développées. Les rameaux sont couverts, lorsqu'ils sont jeunes, d'écailles argentées ou rousses.

Par la suite, les écailles tombent progressivement et les rameaux deviennent brun-rouge luisant. En vieillissant, l'écorce devient grise et striée. Branches et rameaux portent souvent des épines acérées qui mesurent de 0,7 à 3 cm de long. Les feuilles, vert terne lorsqu'elles sont jeunes, se couvrent d'écailles et ont une couleur pouvant aller de l'argenté au rouge-rouille, généralement plus argentée sur la face inférieure qui est plus riche en écailles. À maturité, les écailles tombent et les feuilles deviennent d'un vert plus soutenu. Elles sont portées par un pétiole court (5

à 8 mm) et ont une disposition alterne. Elles sont entières, simples, de forme lancéolée à ovale. Elles mesurent de 4 à 8 cm de long et de 1 à 2,5 cm de large

L'olivier de bohème (*Elaeagnus sp*) est remarquable par sa grande résistance à la sécheresse, mais peut souffrir des grands froids (Brosse, 2000). C'est une espèce strictement calcifuge. La présence des nodules de fixation d'azote gazeux sur ses racines lui permet de s'adapter à beaucoup de types de sols (Mandy, 2003).



Position systématique

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Sous- Embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Rosales
Famille	Elaeagnaceae
Genre	Elaeagnus
Espèce	<i>Elaeagnus sp</i> L.

Figure 29. *Elaeagnus sp* dans la région de Tamsa

III.6.La protection du projet *in situ* (sur place)

La conservation des forêts du Medjadel et en collaboration avec l' H.C.D.S de M'sila ont pour but de protéger ce projet, car ce dernier est menacé par plusieurs problèmes, parmi celui-ci, le pâturage avec des troupeaux qui vont ventiler les brise-vents et anéantir les plantes utilisées dans la fixation des dunes, et stopper la régénération naturelle des espèces végétales.

Il y a deux méthodes de protection utilisées ;

✓ Mettre des amendes sur les éleveurs pour réduire le surpâturage, afin de ne pas anéantir le couvert végétal dans cette zone ;

✓ Sensibilisation de la population, à travers des discussions avec les habitants, et montrer les menaces de surpâturage et de déboisement dans la zone. Cette méthode est plus efficace que la première, car les habitants sont compréhensifs.

III.7. Les problèmes rencontrés dans le projet

III.7.1. Problème technique

- Le projet ne couvre pas sur toute la largeur du cordant dunaire, en laissant des espaces pour permettre le passage du sable vers des endroits réhabilités ;
- Le point d'eau est loin d'environ 7 km, ce qui rend difficiles l'arrosage ;
- Il n'y a pas de clôture entourant le projet protégée des dangers extérieurs, en particulier des animaux ;
- Le pâturage sur le site du projet avant son achèvement, ce qui entraîne la destruction des brise-vents et des plantes utilisées
- La station météorologique est loin de 50 km, il est difficile d'étudier la zone d'une façon exacte ;
- Le sable rend le déplacement des tracteurs et des machines une opération délicate.
- Déshydratation des plantes lors du transport car les pépinières éloignées, par manque de pépinière à proximité de la zone du projet ;
- Manque de cadres techniques.

III.7.2. Les problèmes socio-économiques

Les habitants de la région sont directement liés à leurs terres et à l'élévation des troupeaux, les obligeant à rechercher en permanence des pâturages et des terres fertiles pour assurer leur subsistance, ce qui menace la zone du projet en raison de leur manque de sensibilisation et parce qu'ils ignorent les lois strictes sur les pâturages, la protection de l'environnement. Notons que la région enregistre du manque de sources de fourrage dans la région.

Chapitre IV : Résultats et discussions

IV.1. Rôle des opérations mécaniques

Les haies situés au sommet de la dune sont les premières à être détruites par les vents violents, car le vent est plus fort au sommet de la dune que s'il se trouvait au-dessous, du probablement :

- Au sommet de la dune la hauteur des brise-vents (1,9 m) est la même qu'en bas de la dune, ce qui augmente les chances de chute de ceux-ci ;
- La profondeur du fossé où les brise-vents sont insérées est de 80 cm, et de ce fait les vents forts peuvent creuser le sable et faire tomber la brise-vents ;
- La perméabilité des brise-vents ; la perméabilité n'est pas appropriée au vent du sommet de la dune.

Pour cela, il faut faire des rectifications pour les endroits les plus hautes dans la dune tel que:

- ✓ réduire la longueur ou la hauteur des brise-vents (01 mètre par exemple), ou de diviser le palme sec en deux ;
- ✓ Les fossés doivent être plus profonds ;
- ✓ Augmenter la perméabilité des brise-vents. Si la dune est très haute, on doit faire des carrées sous la forme de 3X3 m par exemple;

IV.2. Rôle des opérations biologiques

IV.2.1. Les espèces végétales utilisées

L'utilisation des plantes mentionnées dans le chapitre précédent est due à leurs résistance aux conditions de la région tel que la sécheresse. Mais leurs résistance varie d'une espèce à une l'autre. Par conséquent, nous avons remarqué que certaines espèces réussissaient à maintenir leur rôle dans la stabilisation du sable et qu'elles se distribuaient de manière efficace, comme le *Tamarix sp* L. et *Retama sp* F.W.B. Nous avons constaté que l'*Atriplex sp* L. et l'*Acacia sp* B. étaient presque absentes, pour plusieurs raisons, notamment:

- *Atriplex sp.* est destinée au pâturage dans le cadre de développement durable dans la zone d'étude d'une part, et cette espèce est halophyte, alors que les sols salins sont réduits dans cette région d'une autre part ;
- L'*Acacia sp.* ne s'adapte pas bien sur le sable, et ce dernier est omniprésent dans cette zone ;
- L'*Acacia sp.* a besoin de plus d'eau que les autres espèces ;
- L'exposition d'*Acacia sp.* comme les autres espèces au pâturage, augmente sa destruction ;

Nous avons également constaté que les autres plantes utilisées n'avaient pas été distribuées comme prévu. Mais elles ont été utilisées pour l'expérience en matière de stabilisation des dunes de sable et pour diversifier le futur couvert végétal de la région.

IV.2.2. La remontée biologique

La zone a maintenant une couverture végétale riche et variée, en raison de l'efficacité du projet et de sa maintenance permanente par les services concernés, ainsi que de la prise de conscience environnementale acquise par les habitants de la région, grâce aux conseils des gardes forestiers. Beaucoup d'espèces ont apparues, dont la plupart n'existaient pas auparavant et d'autres existaient déjà. Ces espèces ont contribué à stabiliser le sable sur place. Nous mentionnons ici les espèces qui ont eu un impact important dans la fixation du sable à savoir : *Ononis sp* L., *Ziziphus sp* L., *Saccocalyx sp* C.D. et *Thymelaea sp* C.D.

L'étude réalisée nous a permis d'enregistrer 60 espèces, répartie en 22 familles et 54 genres. Les figures 30 et 31 montrent le nombre d'espèces enregistrées pour chaque famille et le pourcentage de chaque famille dans la zone d'étude, respectivement. La composition de la communauté végétale dans la région d'étude est caractérisée par la prédominance des annuelles, ceci est concordant avec les résultats de **Aidoud et al., (2006)**, où les thérophytes dominent les parcours steppiques de l'Afrique du Nord.

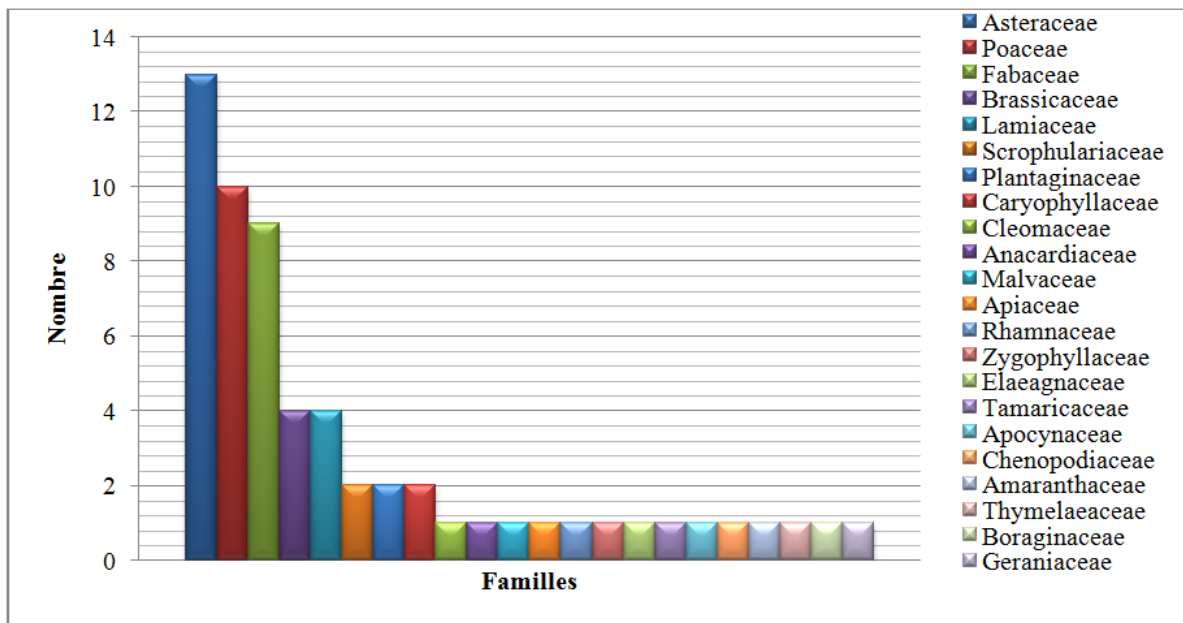


Figure 30. Nombre d'espèces enregistrées pour chaque famille

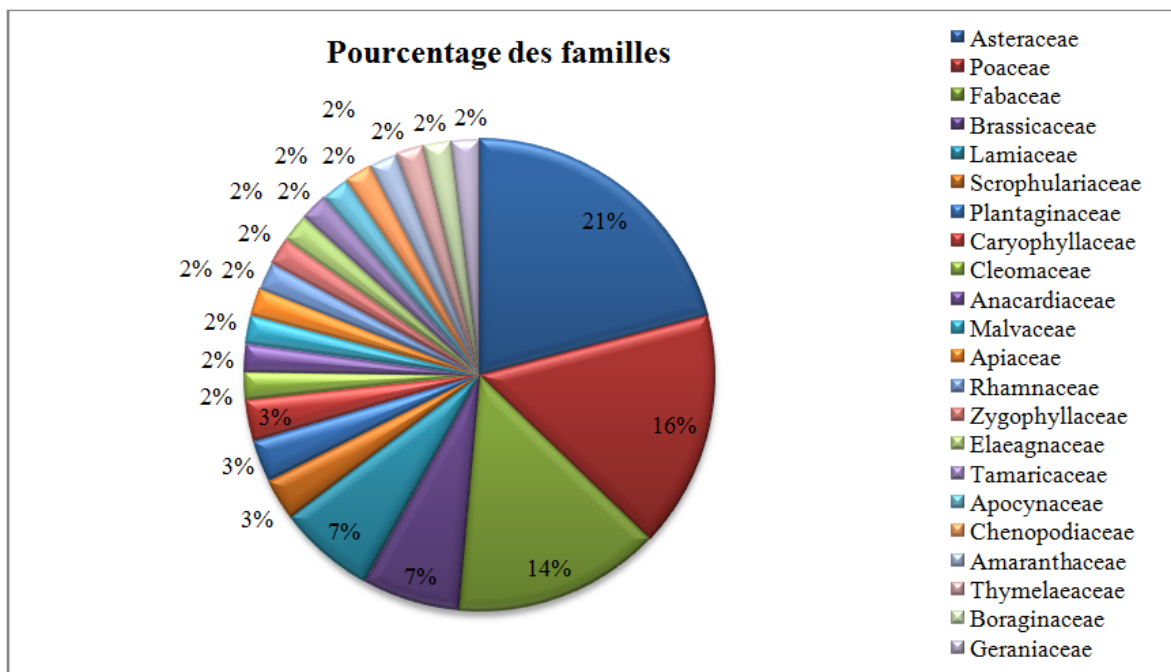


Figure 31. Pourcentage des familles dans la région Tamsa

On observe, à partir des figures ci-dessus, que la famille des Asteraceae est dominante avec 13 espèces, ce qui représente un pourcentage de 21 %, suivi par la famille des Poaceae, avec 10 espèces (16 %), et en fin la famille des Fabaceae avec 9 espèces (14 %). Les deux familles Brassicaceae et Lamiaceae existent avec un nombre moyen d'espèces, seulement 04 espèces. Elles ont un pourcentage de 7 %. Les familles de Scrophulariaceae, de Plantaginaceae et de Caryophyllaceae sont représentées par 02 espèces, ce qui représente un taux de 3 %. Le reste des familles est représenté par 1 espèce (2 %). Cette diversité, après la mise en défens, est attribuée à l'absence d'agents perturbateurs, tel que les herbivores, ce qui a induit probablement sur la santé positive de l'écosystème.

IV.3. L'impacte sur l'aspect socio-économique

Le facteur socio-économique s'est amélioré grâce au projet. Mais cela a également contribué de plus en plus au succès du projet, en raison de cette amélioration, les habitants de la région se sont installés sur leurs terres agricoles et ont commencé leurs activités agro-pastorales. La prise de conscience par les gardes forestiers à aider les habitants à devenir un promoteur du projet ; Plus un agriculteur s'installe dans sa terre en irriguant et en implantant des arbres. Il travaille le sol selon les règles établies dans le labour, ce qui aide la fixation du sable sur place.

IV.4. Description de la zone après le projet

Selon les statistiques de l'année 2018 de la commune de Tamsa, la région de Botmat a environ de 1617 habitants qui exercent un métier d'agro-pastoral. Parmi les habitants, il y a : 80 commerçants de bétails, 300 agriculteurs et 200 éleveurs.

Les terres sont partagées en deux parties:

- 3000 hectares de terres steppiques, elles sont exploitées par les habitants pour le pâturage pour leurs troupeaux ;
- 2500 hectares reboisement d'arbres forestiers et pour l'agriculture.

La région de Botmat a aujourd'hui, grâce au projet, un couvert végétal très diversifié. Il y a aussi une faune dans cette zone, parmi celle-ci, on trouve le chacal, le renard, le lièvre, le lézard, le serpent, le corbeau, l'aigle, le scorpion, le

tortue...etc., avec des espèces domestiques ovin, caprin et un peu de bovin et d'autres espèces :

- 12870 têtes d'ovin
- 2794 tête de caprin
- 239 têtes de bovin
- 60 chevaux
- 200 têtes de lièvre
- 2200 poules
- 500 ruches (Abeilles)

On peut dire aussi que Botmat avait une route toujours ensablé. Mais aujourd'hui, la route est très entretenue, ce qui montre, que le projet est très efficace et mérite d'être mis en considération et d'utiliser ses normes pour fixer les dunes sableuses en Algérie et pourquoi pas le monde entier (Figure 32).



Figure 32. Etat des routes après fixation des dunes problèmes

IV.5. Les solutions possibles pour les problèmes rencontrés

IV.5.1. Dans le cadre technique

Dans tous les projets sensibles nécessitant des techniques d'application, il faut pas faire de grosses erreurs sur le terrain, par conséquent, les plans techniques

nécessaires doivent être fournis dans chaque projet pour la mise en œuvre sur le terrain.

* On suggère que le projet doit couvrir la largeur de la bande de la cordant dunaire, afin de ne pas laisser de trous qui permettent au sable de passer dans les zones protégées ;

* On propose la mise en place d'un opérateur temporaire pour couvrir les besoins du projet ;

* Le projet étant loin des points d'eau, on propose de compléter ou de fournir des magasins en réserve pour arroser les plantes ;

* A L'initiation, le projet était abordé par les dangers des animaux, on propose donc de compléter une clôture temporaire pour protéger ce projet ;

* Ils doivent être étroitement être contrôlés et surveillés continuellement, afin de réduire la manipulation et la volonté de certains bergers de brouter dans les zones frontalières du projet. Dommages causés aux plantes et aux barrières

* La préparation du mélange de sol utilisé pour l'implantation des espèces utilisées. Même, la nature du sol de terrain du projet doit être réexaminée.

* Les études menées par la Commission concernée par ces projets situés dans la région dépendent principalement des données de la station météorologique de la ville de Boussaâda, qui est loin, ce qui fausse les données climatiques réelles de cette région. On propose l'achèvement d'une station météorologique à proximité de cette zone;

* Certaines de ces méthodes incluent le renforcement des clôtures avec un fil de fer des deux côtés tous les 4 mètres, en connectant ce fil au milieu de la clôture et en reliant l'autre extrémité à l'aide d'une serrure, puis en l'enterrant sous le sol pour renforcer la clôture. Pour qu'il reste face au vent, il est proposé de comprendre cette méthode et de la diffuser dans tous les projets d'installation utilisant des clôtures.

* Il faut veiller à placer les clôtures principales verticalement avec la direction du vent dominant et non en fonction des limites et de la forme du projet.

* Il faut mobiliser toutes les ressources humaines pour accélérer l'achèvement des projets et ne pas négliger, ni faire des compromis, pour faire progresser leur rôle général.

IV.5.2. Dans le contexte socio-économique

✓ Il convient de noter que certaines municipalités et certains lieux touchés par le sable, en particulier ceux qui menacent l'économie de ses habitants, sont pauvres et doivent bénéficier de projets qui protègent leurs terres du danger de désertification et de l'exploitation de toutes les ressources matérielles et humaines.

✓ Il est nécessaire d'accélérer et de mettre en place une politique pastorale efficace pour protéger le couvert végétal en créant et en éduquant les habitants des régions et en les informant des différentes expériences. Ainsi que des travaux sur la généralisation de la production et l'intensification du processus de plantation d'arbres.

✓ La structure de l'élevage doit être réorganisée et les dispositions pastorales réglementées ;

✓ La charge animale en hectares et la prévention du pâturage devraient être déterminées et contrôlées en particulier au cours des premières années suivant la plantation dans les zones remises en état.

IV.5.3. Dans le cadre législatif

Dans ce domaine, la loi doit être appliquée avec tous ses objectifs en particulier

- Loi sur la protection de l'environnement
- La loi du pâturage
- Loi forestière générale

Cela ne peut être fait qu'avec la disponibilité de conscients qui reconnaissent l'importance de son travail élevé.

Conclusion

Dans la présente étude, nous avons parlé du défi majeur que représente aujourd'hui la lutte contre la désertification et la nécessité d'adapter ces moyens de lutte pour chaque région. En Algérie, ce sont les steppes qui sont les plus touchées par ce phénomène à cause des sècheresses récurrentes et des pressions anthropiques croissantes au fil des années.

La région de Tamsa représente parfaitement ces constats alarmants où elle subit une dégradation continue à cause du surpâturage et du défrichement. Notre étude a été menée sur le phénomène de la désertification dans cette région et sur un projet de stabilisation du sable.

Le projet de stabilisation de dunes de sable a été un grand succès. Malgré les nombreuses difficultés dont la plus importante est le manque d'expérience et les points d'eau sont loin du site du projet...etc.

Le centre de ce projet est axé sur les méthodes d'installation mécanique et biologique, bien qu'il existe d'autres moyens de stabiliser le sable, tels que la clôture en plastique utilisée à Boussada et le goudron utilisé en Libye.

Les feuilles de palmier ont été utilisées dans les installations mécaniques, et cette méthode est totalement efficace, peu coûteuse et pas nuisible à la nature. Des carrés de feuilles de palmier ont été fabriqués pour piéger des semences et préparer le terrain pour la plantation de plantes ayant servi à la fixation biologique.

La méthode biologique utilisée a montré que les espèces végétales utilisées suivant ; *Acacia sp* B., *Retama sp* F.W.B., *Tamarix sp* L., *Atriplex sp* L., *Nerium sp* L., *Acacia sp* L. et *Elaeagnus sp* L. dans ce projet ont joué un rôle positif, et utiles pour la stabilisation des dunes de sable. Pour la remontée biologique, on' a recensé 60 espèces végétales, appartenant à 22 familles. L'espèce *Tamarix sp* L. a joué un rôle majeur dans la stabilisation du sable dans cette zone, ainsi que *Retama sp* F.W.B., et nous avons constaté que les deux autres espèces étaient réparties dans presque toute la région. L'espèce végétale d'*Acacia sp* L. ne pourrait pas s'acclimater, probablement en raison de leur incapacité de résister à la sécheresse et à l'absence d'irrigation à temps.

Les autres espèces telque *Atriplex sp L.*, *Nerium sp L.*, *Acacia sp L.* et *Elaeagnus sp L.* ne sont pas répartées dans toute la région et donc, n'avaient pas joué un grand rôle dans la stabilisation du sable.

Nous avons conclu que le projet avait fait preuve d'une grande efficacité malgré les conditions et les contraintes rencontrées, ce qui permet d'affirmer que les règles adoptées dans le cadre du projet peuvent être utilisées pour installer des dunes de sable dans toute région touchée par la désertification. Et ceci après avoir trouvé des solutions aux obstacles mentionnés précédemment.

Bibliographie

- Abdelguerfi, A. 2003.** *Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à l'évaluation et la réduction des risques menaçant les éléments de la diversité biologique en Algérie.* s.l. : Projet PNUD-MATE, 2003. p. 93, Rapport de synthèse.
- Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie. 2018.** *Changement climatiques en 10 questions.* Paris : ADEME, 2018. p. 19. ISBN.
- Agrasot, P. et Tabutin, D. et Thilgès, E. 1993.** *Les relations entre population et environnement dans les pays du Sud.* Paris : L'Harmattan , 1993. pp. 383-419.
- Aidoud, A., et al. 2006.** *Les steppes arides du nord de l'Afrique. Sécheresse 17.* 2006. pp. 19-30.
- Alterpresse. 2007.** www.alterpresse.org. *Haiti / Caraïbes et Amérique latine : La désertification accroît la pauvreté et provoque des flux de migration, selon la Cepalc.* [En ligne] 18 06 2007. [Citation : 18 04 2019.]
<http://www.alterpresse.org/spip.php?article61111#.XOAgkBZR3IV>.
- Arrignon, J. 2011.** *Lettre contre la désertification l'espoir agro-écologique.* paris : L'harmattan, 2011. p. 15.
- Bai, Z., Dent, D. Olsson, L. et Schaepma, M. 2008.** *Global assessment of land degradation and improvement 1. Identification by remote sensing.* Wageningen : ISRIC - World Soil Information, 2008. p. 55.
- Banque Mondiale. 2002.** *World development report 2003: Sustainable development in a dynamic world: transforming institutions, growth, and quality of life.* Oxford : Oxford University Press, World Bank, 2002.
- Benderradji, M., et al. 2006.** *Problemes de degradation de l'environnement par la desertification et la deforestation Impact du phenomene en Algerie.* s.l. : NEW MEDIT, 2006. p. 22.
- Benmessaoud, H. 2008.** *-Étude de la vulnérabilité a la désertification par des méthodes quantitatives numériques dans le massif des Aurès (Algérie).* Batna : Université El Hadj Lakhdar , 2008. p. 277, Thèse Doctorat.
- Benslimane, M., et al. 2008.** *Analyse et suivi du phénomène de la désertification en Algérie du nord.* s.l. : VertigO, 2008.
- Benslimane, M., Hamimed, A., Elzerey, W., Khaldi, A. et Mederbal, K. 2009.** *L'écosystème steppique face à la désertification : cas de la région d'El Bayadh, Algérie.* Alger : Vertigo, 2009.

Bied-Charreton, M. 2007. *SECHERESSE, DESERTIFICATION ET DEVELOPPEMENT EN AFRIQUE*. en Yvelines : 'Université de Versailles Saint Quentin, 2007. p. 53.

Bielders, C., Rajot, J. et Michels, K. 2004. *L'érosion éolienne dans le Sahel nigérien : influence des pratiques culturelles actuelles et méthodes de lutte*. Louvain : Département des Sciences du milieu et de l'aménagement du territoire, Université catholique de Louvain, Croix du sud, 2004.

Bonn, F. 1996. *Précis de télédétection. Volume 2. Applications thématiques*. Québec : Presses Université du Québec/AUPELF, 1996.

Bouacherine, R. et Benrabilia, H. 2017. *Biodiversité et valeur des plantes médicinales dans la phytothérapie : cas de la région de BEN SROUR (M'sila)*. M'sila : Université Mohamed Boudiaf – M'sila, 2017. Mémoire master.

Boudiar, R. 2012. *ETUDE COMPARATIVE DES EFFETS DE TRAVAIL DU SOL CONVENTIONNEL ET LE SEMIS DIRECT SUR L'EVOLUTION DU SOL EN REGION SEMI-ARIDE*. Sétif : Université Ferhat Abbas Sétif 1, 2012. p. 94, mémoire Magister.

Brosse, J. 2000. *Larousse des arbres et arbustes*. Canada : Larousse, 2000. p. 576.

Charles, L., Rajot, J. et Michels, K. 2004. *L'érosion éolienne dans le Sahel nigérien : influence des pratiques culturelles actuelles et méthodes de lutte*. Louvain : Département des Sciences du milieu et de l'aménagement du territoire, Université catholique de Louvain, Croix du sud, 2004.

Direction Générale des Forêts. 2007. *L'expérience algérienne dans la lutte contre la désertification. Comm. Atelier International du Parlement Panafricain sur « La Lutte Contre la Désertification »*. Alger : s.n., 2007.

Erse. 2017. e-rse.net. *Réchauffement climatique : définition, causes et conséquences*. [En ligne] 2017. [Citation : 20 04 2019.] <https://e-rse.net/definitions/definition-rechauffement-climatique/#gs.681rhv>.

F.A.O. 2007. www.fao.org. *Foresterie dans les terres arides*. [En ligne] 2007. [Citation : 28 mars 2019.] <http://www.fao.org/dryland-forestry/fr/>.

F.A.O. 1993. *Développement durable des terres arides et lutte contre la désertification*. Rome : Viale delle Terme di Caracalla, 1993.

Faurie, C., Ferra, C. et P., Medori. 1980. *Ecologie*. Paris : Baillière J.B. (ed.), 1980. p. 1091

francetveducation. 2012. La désertification : Régions touchées, causes et impacts. [En ligne] 2012. [Citation : 18 mars 2019.] <https://static.education.francetv.fr/media/modules/F3/index.html>.

Guillaume, F. 2012. *Guide des plantes invasives*. s.l. : Éditions Belin, 2012. p. 272 p. ISBN 9782701157931.

- Harch, A., Armadna, A. et Louassif, B. 1988.** تنفيذ مشروع تثبيت الكثبان الرملية بلدية تامسة Batna : Institut technologique de forêts en Batna, 1988.
- Hirche, A., Boughani, A. et Salamani, M., 2007.** *Évolution de la pluviosité dans quelques stations arides algériennes. Science et changement planétaire/Sécheresse.* 2007. Vol.18, N 4 314-20.
- Ikhlef, N. 2013.** *Evaluation d'un projet de lutte contre la désertification. Cas de la localité de Oued el hallouf, commune de Maamora, wilaya de Saida.* Montpellier : Institut Agronomique méditerranéen de Montpellier, 2013. p. 124, thèse de doctorat.
- Jaziri, B. 2017.** *Les Indices bioclimatiques : application aux milieux méditerranéens.* 2017.
- Jaziri, Brahim. 2017.** *Les Indices bioclimatiques : application aux milieux méditerranéens.* 2017.
- Jones, A., Panagos, P. et Barcelo, S. 2010.** *The State of Soil in Europe.* s.l. : SOER, 2010. p. 61.
- Kane, A. s.d..** *LES CAUSES HUMAINES HUMAINES DE LA DESERTIFICATION.* s.d.
- Khodja, S. 2015.** *Contribution à un diagnostic des groupements végétaux dans un milieu steppique en désertification. Cas de Menkeb Ben Hamed-taâdmit-wilaya de Djelfa.* Djelfa : Université Ziane Achour, 2015. p. 77, Mémoire de fin d'étude.
- Kinet, J., et al. 1998.** *Le réseau Atriplex: Allier biotechnologies et écologie pour une sécurité alimentaire accrue en régions arides et semi - arides.* . s.l. : Cahier d'agriculture. , 1998.
- Le Houérou, H.N. 1995.** *Dégradation, régénération et mise en valeur des terres sèches d'Afrique.* Paris : John Libbey Eurotext, 1995. pp. 65-102.
- Locatelli, B. 2000.** *Pression démographique et construction du paysage rural des tropiques humides l'exemple de Mananara (Madagascar).* Paris : ENGREF (AgroParisTech), 2000. p. 441, Thèse de doctorat.
- Lopez-bellido, L. 1992.** *Mediterranean cropping systems.* Pearson : s.n., 1992. p. 3.
- Luxereau, A. et Roussel, B. 1998.** *Désertification, changement social et évolution de la biodiversité au Niger Central.* Bruxelles : s.n., 1998. certification, changement social et évolution de la.
- Mandy, D. 2003.** *Element Stewardship Abstract for Elaeagnus angustifolia L. Russian olive , Oleaster.* . s.l. : The nature conservancy's Wildland Invasiv Species Team : 8884-8891., 2003.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005.** *Ecosystems and Human Well-being Desertification Synthesis.* Washington D.C. : Island Press, 2005. p. 36.

- Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 2002.** *Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD)*. Alger : s.n., 2002. p. 140.
- Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. 2002.** *Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD)*. Alger : s.n., 2002. p. 140.
- Morez, R. 2010.** *Desertification in Europe, Collections des cahiers de l'agroécologie*. s.l. : CIVAM, 2010.
- Moyse, H. 1971.** *Précis de matière médicale, pharmacognosie spéciale dicotylédones*. 1971. tome III.
- Nacib, Y. 1986.** *Culture oasienne, Boussada : essai d'histoire social*. Paris : Université san paulo , 1986.
- Nahal, I. 2004.** *LA désertification dans le monde causes-processus-conséquences-lutte*. Paris : L'harattan, 2004. p. 11. 2-7475-6367-7.
- Najma, D. 2006.** *Field Guide to Acacias of East Africa*. s.l. : Struik Publishers, 2006. ISBN 1-77007-174-1.
- Nations Unies. 2010.** Decennie des nations unies pour les déserts et la lutte contre la désertification. *www.un.org*. [En ligne] 2010. [Citation : 17 04 2019.] https://www.un.org/fr/events/desertification_decade/value.shtml.
- Nedjraoui, D. et Bédrani, S. 2008.** *La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte*. Alger : Vertigo, 2008. p. Algérie .
- Oyowe, A. 1998.** *Les leçons du Sahel*. 1998.
- Piersotte, C. et Zaccāi, E. 2005.** *La lutte contre la désertification De la Convention des Nations Unies aux activités des Organisations Non-Gouvernementales belges dans la région du Sahel Cas du Burkina Faso et du Niger*. Bruxelles : Université Libre de Bruxelles, 2005. pp. 26-27, Mémoire de Fin d'Etudes.
- Quezel, P. et Santa, S. 1962.** • *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Alger : s.n., 1962. pp. 1170 -3989. Tome 1 et 2.
- Ramade, F. 1984.** *Eléments d'Ecologie: Ecologie fondamentale*. s.l. : Me Graw-Hill, 1984. p. 397 .
- Rognon, P. 1998.** « *La désertification* ». s.l. : in Aménagement et Nature. Regards interdisciplinaires sur l'environnement, juin 1998., 1998.
- Rtci. 2015.** *www.rtci.tn. incendies forets ministere lagriculture lance campagne sensibilisation prevenir mieux lutter contre ce phenomene*. [En ligne] 23 06 2015. [Citation :

02 04 2019.] <http://www.rtc.tn/incendies-forets-ministere-lagriculture-lance-campagne-sensibilisation-prevenir-mieux-lutter-contre-ce-phenomene/>.

U.N.E.S.C.O. 2016. unesco.com. *world-day-to-combat-desertification-2016*. [En ligne] 2016. [Citation : 22 02 2019.] <http://www.unesco.org/new/fr/unesco/events/prizes-and-celebrations/celebrations/international-days/world-day-to-combat-desertification/world-day-to-combat-desertification-2016/>.

United Nations Economic Commission for Africa. 2003. *Combat desertification and drought in North Africa*. Tangier : s.n., 2003. p. morocco.

United Nations Environment Management Group. 2011. *Global Drylands: A UN system-wide response*. 2011. p. 35.

Wittoeck, P. 2013. www.clima.be. *LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES*. [En ligne] 2013. [Citation : 20 04 2019.] <https://www.climat.be/fr-be/changements-climatiques/en-quelques-mots/les-changements-climatiques>.

Ziad, A. 2006. *La steppe algérienne : un espace de nomades et d'élevage ovin*. Alger : La Tribune, 2006.

Zohary, M. 1962. *Plant life of Palestine, Israel, and Jordan*. New York : Ronald, 1962.

المخلص:

حاولنا في هذه الدراسة معرفة مشاكل تدهور النظام البيئي السهبي الموجود في منطقة سيدي عامر (تامسة) ، ولهذا ، درسنا فعالية الطرق المستخدمة لتثبيت الكثبان الرملية. ومع ذلك ، وجدنا أن مشروع تثبيت الرمال حقق نجاحًا كبيرًا. الأنواع النباتية *Tamarix gallica* و *Retamaretam* تطورت بشكل جيد ولعبتا دوراً مهماً في حين لم تتمكن *Acacia saligna* من التأقلم في المنطقة.

كلمات المفتاحية :

التصحّر ، تامسة ، النظام البيئي السهبي ، الكثبان الرملية

Résume :

Dans cette étude nous avons essayé de connaitre les problèmes de dégradation de l'écosystème steppique situé dans la région de Sidi Ameer (tamsa), pour cela, nous avons étudié le rendement des méthodes utilisées pour la fixation des dunes sableuses. Cependant, nous avons constaté que le projet de stabilisation du sable a été un grand succès. Les espèces végétales ; *Tamarix gallica* et *Retamaretam* se sont bien développées et ont joué un rôle important tandis que *Acacia saligna* n'a pas pu s'acclimater dans la région

Mots clés :

Désertification, Tamsa, Ecosystème steppique, Dunes sableuse

Abstract :

In this study we tried to know the problems of degradation of the steppe ecosystem located in the region of SidiAmeer (tamsa), for this, we studied the yield of the methods used for the fixation of sand dunes. However, we found that the sand stabilization project was a great success. Plant species; *Tamarixgallica* and *Retamaretam* developed well and played an important role while *Acaciasaligna* could not acclimatize in the region

Keywords :

Desertification, Tamsa, Steppe Ecosystem, Sandy Dunes