

ÉTUDE FLORISTIQUE DES PARCOURS STÉPPIQUES DES RÉGIONS ARIDES : EFFET DE SURPÂTURAGE, DE L'ENSABLEMENT ET DES LABOURS (CAS DE LA ZONE DE MOKRANE WILAYA DE LAGHOUE)

MALLEM Hamida^{1,2*}, BENRIMA Atika² et HOUYOU Zohra¹

1. Université Amar THLEIDJI Laghouat- Faculté des sciences -Département d'Agronomie - Laboratoire de Mécanique, Désertification et Climat, Algérie.
2. Université SAAD DAHLEB de Blida1 - Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie -Département des Biotechnologies, Laboratoire de Biotechnologie des Productions Végétales, B.P. 270, route de Soumaa, Blida 09000 –Algérie

Reçu le 31/05/2017, Révisé le 24/06/2017, Accepté et mis en ligne le 30/06/2017

Résumé

Description du sujet: La distribution des plantes dans la steppe algérienne pourrait être utilisée dans le control de l'érosion éolienne.

Objectifs: Nous avons visé à recenser les plantes steppiennes pouvant croître dans un milieu ensablé et de rechercher d'éventuels effets des labours et de surpâturage sur la richesse floristique.

Méthodes: Nous avons réalisé trois inventaires de la végétation dans la zone de Mokrane (wilaya de Laghouat) durant la période de 2009 à 2015. Nous avons calculé les paramètres écologiques, l'équilibre du milieu et la valeur pastorale en utilisant la méthode du transect (relevé floristique).

Résultats: Nous avons identifié 30 espèces végétales. Les deux principaux facteurs influençant la répartition des espèces végétales dans le site, ont été l'ensablement et les pratiques agricoles. Après 6 années de suivi le milieu a demeuré peu diversifié et perturbé. Le taux du sable a diminué par rapport au recouvrement végétal. L'*Astragalus armatus*, plante non palatable a proliféré largement dans le milieu.

Conclusion: Les labours et les tempêtes de sable ont provoqué la formation des micro-dunes de sable qui ont été fixées naturellement par des vrai psammophiles et autres plantes à faibles valeurs pastorales.

Mots clés: Agriculture , érosion éolienne, ensablement , plante psammophyte, production pastorale

FLORISTIC STUDY OF THE STEPPE RANGELANDS IN ARID REGIONS: EFFECT OF SAND ACCUMULATIONS, OVERGRAZING AND PLOWINGS (CASE OF MOKRANE AREA IN LAGHOUE CITY)

Abstract

Description of the subject: The knowledge of natural steppic vegetation could be useful to control wind erosion in the Algerian steppe.

Objective: We aimed to identify the steppe plants that can grow in a sandy environment and investigate possible effects of tillage and grazing on the floristic richness.

Methods: We performed three inventories of natural vegetation in the Mokrane area (Laghouat city) during the period from 2009 to 2015. We calculated the ecological parameters, the environment balance and the pastoral value using the transect method (Floristic survey).

Results: We have identified 30 plant species. The two main factors influencing the distribution of plant species in the site were sand and agricultural practices. After 6 years of monitoring, the environment remained poorly diversified and disrupted. Sand rate has decreased compared to the plant recovery. The *Astragalus armatus* an unpalatable plant proliferated widely in the medium.

Conclusion: Plowing and sandstorms have induced sand micro-dunes to appear which have been, naturally fixed by true psammophiles and other plants with low pastoral values.

Keywords: Agriculture, erosion, sand, psammophile plant, pastoral production

*Auteur correspondant : Université Amar THELEIDJI 37 G, route de Ghardaïa 3000. E-mail: h.malleM@mail.lagh-univ.dz

INTRODUCTION

L'Afrique du Nord est l'une des régions les plus fragilisées par les conséquences de l'aridité climatique et par l'impact des activités humaines sur le milieu naturel. Les zones steppiques d'Afrique du Nord sont particulièrement concernées par les problèmes de désertification [1]. En Algérie, au Maroc et en Tunisie, la part des territoires nationaux affectés par la désertification est estimée à plus de 80% au début des années 1980 [2]. De même, la carte de sensibilité à la désertification établie par le Centre National Algérien des Techniques Spatiales révèle que sur la totalité de la superficie de la steppe algérienne, 53 % est classée comme zone très sensible et sensible à la désertification [3]. En Algérie, en dehors de la zone saharienne, ce sont surtout les hautes plaines qui sont les plus touchées par le phénomène d'ensablement 500000 ha de formations éoliennes s'étendent au Nord de l'Atlas saharien [4]. L'érosion éolienne est un important facteur physique d'épuisement des terres agricoles [5], provoque une dégradation environnementale sévère par l'appauvrissement des sols conduisant à une diminution de leur production [5, 6]. Près de 600000 ha de terres en zone steppique sont totalement désertifiés sans possibilité de remontée biologique et près de 6 millions d'hectares sont menacées par les effets de l'érosion éolienne [7]. La steppe algérienne est l'objet d'une exploitation écologiquement non durable. La désertification y gagne du terrain du fait d'une sécheresse récurrente, de la surcharge pastorale et de l'extension d'une agriculture pluviale et parfois irriguée, inadaptée aux conditions du milieu naturel [8]. L'extension des labours et l'introduction de la mécanisation sont des paramètres de dégradation aussi importants que le surpâturage. Les techniques de labours utilisées par les agropasteurs ont une action érosive, détruisant l'horizon superficiel et stérilisant le sol, le plus souvent de manière irréversible. Les espèces ligneuses qui retiennent le sol sont détruites et sont remplacées par des espèces adventices qui favorisent l'érosion éolienne [9].

Les steppes à psammophytes sont liées à la texture sableuse des horizons de surface et aux apports d'origine éolienne, elles suivent les couloirs d'ensablement et se répartissent également dans les dépressions constituées par les chotts, elles sont plus fréquentes en zones arides et présahariennes, elles forment des steppes à *Stipagrostis pungens* et *Thymelaea microphylla* ou encore des steppes arbustives de *Retama raetam* et leurs valeurs pastorales varient de 200 à 250 UF/ha [10].

Selon les résultats du programme ROSELT de 2003, Les psammophiles qui étaient inexistantes en 1978 à l'Ouest ont connu une extension due à un ensablement plus important durant la période de sécheresse de 1981-87. Le recouvrement de la végétation psammophyte est souvent supérieur à 30 % grâce à la prolifération des espèces annuelles [11]. Les dunes de sable sont caractérisées par la présence d'une couverture végétale, de densité variable, qui fixe plus ou moins leur sable, Les sols dunaires sont généralement pauvres en éléments nutritifs et en eau [12].

Houyou *et al.* [13] ont pu démontrer que les tempêtes de sable provoquent (64,32 t/ha / an) de pertes en terres dans la zone de Mokrane à Laghouat, accentuée par les labours et le vent avec une vitesse de (7,3 m/s). Suite à cette situation d'ensablement dans ce site à vocation céréalière et élevages ovins, nous avons visé à réaliser un inventaire des espèces végétales qui colonisent les accumulations sablonneuses et évaluer la valeur pastorale de ces parcours.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Site d'étude

Le site étudié est appelé Mokrane, situé à 04 Km de chef-lieu de la wilaya de Laghouat (N 33° 48' - E 2° 48') (Fig. 1).

Mokrane est une plaine alluvial, caractérisée par une végétation steppique, le vent de sable est fréquent, la présence de périmètres agricoles et du pâturage extensif accentuent le phénomène d'érosion éolienne et d'ensablement (Fig. 2).

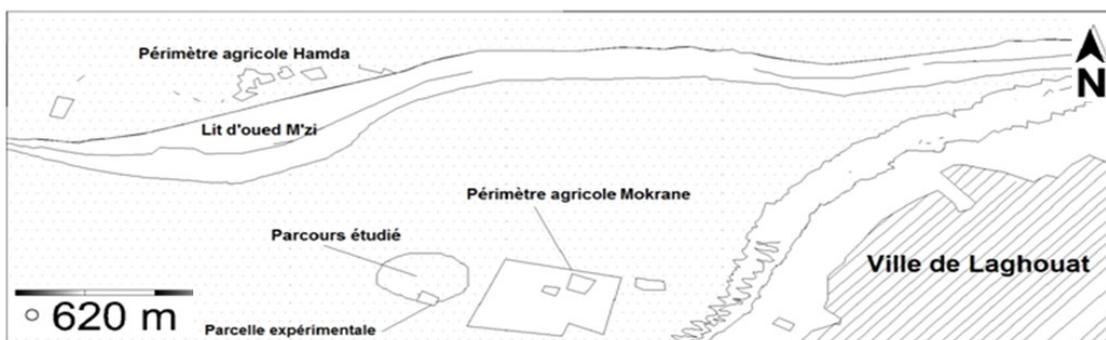


Figure 1: Localisation du parcours étudié dans la zone de Mokrane [13]

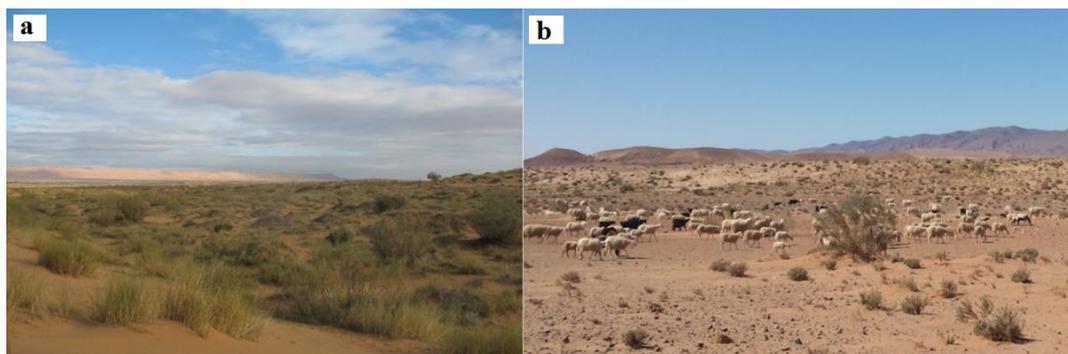


Figure 2 : Vue de la zone de Mokrane
(a) accumulation de sable (b) effet de surpâturage

2. Etude climatique

Les données pluviométriques entre 1996 et 2016 de la wilaya de Laghouat montre que le mois le plus pluvieux est Septembre (25, 63 mm) et le mois le plus sec est Janvier (5,46 mm). La pluviométrie entre la période de 1996 jusqu'à 2016 donne une moyenne annuelle de 151,21 mm par an. L'humidité enregistrée est 46,21%. L'étude des températures moyennes mensuelles de la région, révèle que le mois le

plus chaud est celui de juillet avec une température de 36,08°C, tandis que le mois de janvier est le plus froid (1,96°C). Les variations annuelles de la vitesse du vent dans la zone d'étude sont comprises entre 2,2 m/s et 5,6 m/s ; la région de Laghouat est classée dans l'étage bioclimatique saharien à hiver frais, où une seule période sèche s'étale sur toute l'année (Fig. 3). Le sol de la zone d'étude est caractérisé par une texture sableuse [14].

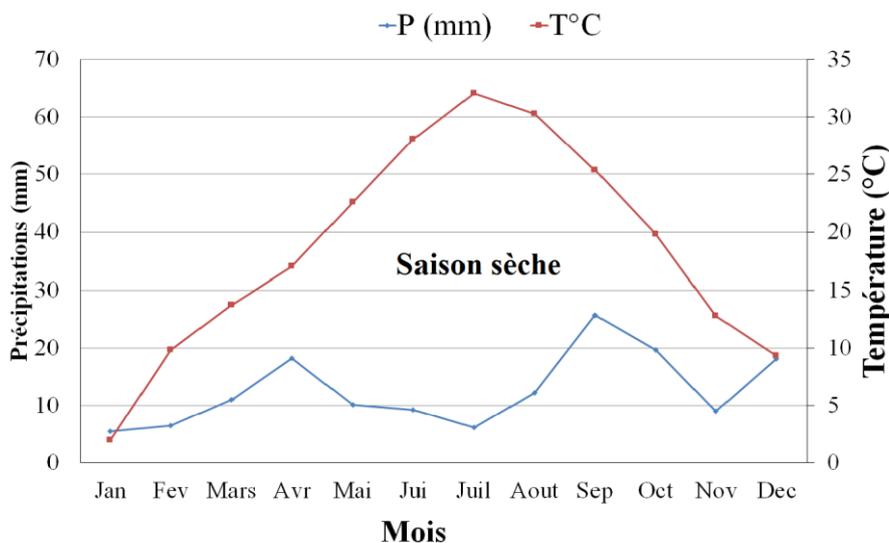


Figure 3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la période (1996-2016) de la région de Laghouat.

3. Etude floristique

L'étude de végétation a commencé en mois de Mars de l'année 2009, nous avons utilisé la méthode stigmatist de Braun Blanquet *et al.*[15], 12 relevés linéaires ont été réalisés en fonction de la physionomie de la végétation et selon la méthode de Djebaili [16] sur des aires minimales variant entre 128 et 420 m². Le relevé linéaire a été fait sur une longueur de 20 m, les points de lecture ont été pris chaque 20cm, sur chaque relevé 100 points de lecture ont été notés. La richesse floristique, l'indice de Shannon, l'équitabilité, le taux de recouvrement du sable et le taux de la végétation ont été évalués. L'indice de Shannon (H') est l'indice le plus simple et le plus largement utilisé. Plus la valeur de l'indice H' est élevée plus la diversité est grande. L'évaluation de l'équitabilité est utile pour détecter les changements dans la structure d'une communauté et a quelquefois prouvé son efficacité pour détecter les changements d'origine anthropique. Ce groupe d'indices prend en compte la fréquence mesurée des espèces. Ils sont donc plus sensibles aux espèces les plus fréquentes qu'à la richesse spécifique totale [17]. Nous avons aussi calculé l'indice de Simpson, la diversité spécifique est la plus élevée quand l'indice de Simpson est le plus faible. Afin d'apprécier l'état de dégradation des parcours, un indice de perturbation (IP ; *Equation 1*) a été calculé avec le rapport décrit par Hébrard *et al.* [18]. L'identification des taxons a été faite à partir de la flore de Quezel et Santa [19].

$$I_p = \frac{\text{Chamaephytes} + \text{Therophytes}}{\text{Nombre total des espèces}}$$

Equation 1

4. La productivité pastorale du parcours de Mokrane

La productivité pastorale correspond à la quantité d'énergie produite par le tapis végétal par unité de surface et par unité de temps, elle est exprimée en (UF. ha⁻¹.t⁻¹). Pour son calcul nous avons adopté la formule (*Equation 2*), développée et utilisée dans de nombreux travaux, portant sur la steppe algérienne [20].

Elle est représentée par la régression entre la valeur pastorale et la productivité fourragère d'un parcours.

$$P_r = 6,74V_p + 14,77$$

Equation 2

Avec:

Pr : Productivité pastorale du faciès en UF/ha ;
V_p : Valeur pastorale.

D'après Aidoud [20], la valeur pastorale est une évaluation allo métrique qui peut être valablement utilisée pour l'estimation de la production fourragère des parcours, elle est exprimée en multipliant les contributions de diverses espèces présentes par les indices correspondants à chacune d'entre elles et en additionnant les valeurs obtenues. Pour l'évaluation de la valeur pastorale nous avons utilisé (*Equation 3*) que Hirche *et al.* [21] avaient utilisé pour l'estimation de la valeur pastorale de certains parcours dans la steppe Algérienne. Cette équation a été développée par Daget et Poissonet [22] in Daget [23].

$$V_p = 0,1 \times R_G \times \sum C_{si} \times I_{si}$$

Equation 3

Avec:

C_{si}: Contribution spécifique des espèces végétales ;
I_{si}: Indice spécifique des espèces végétales ;
R_G: Recouvrement globale de la végétation.

Les indices spécifiques de la végétation de la steppe algérienne ont une expression synthétique, déterminé empiriquement suivant une échelle numérique établie par Aidoud [24] et reposant sur un ensemble d'informations disponibles (qualité bromatologique, digestibilité, appréciations des éleveurs de la steppe). Ils ont permis d'obtenir une valeur exprimée sous la forme d'un score ou d'une note pour chacune des espèces, et que nous aussi avons utilisée dans cette étude.

La charge animale est définie comme le nombre de bétail qu'un parcours est susceptible de nourrir. Elle est souvent rapportée au nombre de tête de bétail par unité de surface.

Elle fait intervenir la production consommable d'un parcours et les besoins de l'animal selon le rapport donné par l'équation 4.

$$C = \frac{\text{Besoin d'un mouton}}{\text{Productivité pastorale du parcours}}$$

Equation 4

Avec:

C: la charge animale / (ha)

Notant que les Besoins d'un mouton sont de l'ordre de (400 UF/an), moyenne estimée pour un mouton dans la steppe algérienne [20]. Valeur utilisée pour l'estimation de la charge animale dans notre cas.

5. Traitements statistiques des données

En utilisant le logiciel XLSTAT (Version 3.5.), nous avons fait une analyse factorielle des correspondances (AFC) et une analyse hiérarchique des correspondances (AHC) pour évaluer la structure de la

communauté végétale existante et l'identification des facteurs favorisant la structuration du milieu. Le logiciel Past (statistiques paléontologiques, version 2,17 c.), a été utilisé afin de comparer la diversité floristique en faisant un test de bootstrap ($P \leq 0,05$). La dissimilarité entre les groupements végétaux a été étudiée par une ANOSIM à l'aide du test de Bray-Curtis au seuil de 5 %, la correction de Bonferroni a été appliquée. La variation du taux de recouvrement dans le temps a été analysée avec une ANOVA au seuil de $P \leq 0,05$.

RÉSULTATS

1. Etude floristique

Cette étude nous a permis d'identifier 30 espèces appartenant aux 29 genres et 14 familles. Les familles les mieux représentées sont : Asteraceae, Fabaceae et Poaceae avec 20%, 16% et 16% respectivement (Fig. 4).

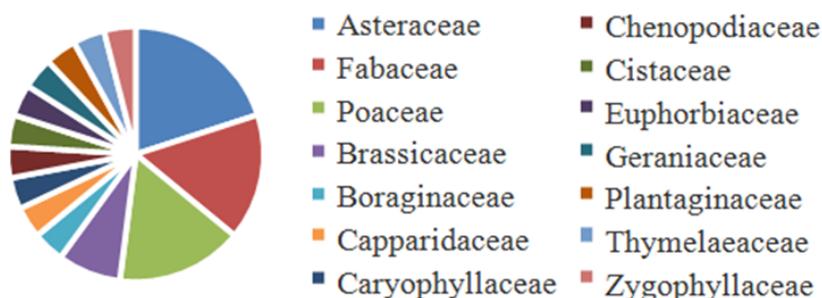


Figure 4 : Répartition des familles des espèces végétales dans la zone de Mokrane

L'analyse des types biologiques a démontré la prédominance des thérophytes, suivie respectivement des hémicryptophytes, chamaephytes, phanérophytes et géophytes.

L'information donnée par les deux axes de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) (Fig. 5 : $F1 \times F2 = 60,28 \%$), suivie de l'analyse hiérarchique des correspondances (CHA), nous a permis d'identifier la présence de trois groupements (G) de végétaux à savoir : G1 : *Aristida pungens* et *Retama raetam*, G2 : *Astragalus armatus*, G3: *Euphorbia guyoniana* et *Megastoma pussillum*.

Le premier axe a démontré la contribution des espèces typiques aux sols sableux : *Schismus barbatus*, *Echinops spinosus*, *Aristida pungens*, *Bromus rubens* avec des coordonnées (2,1 ; 1,37 ; 1,34 ; 1,34) respectivement sur le côté positive de l'axe F1, ce dernier correspond au facteur ensablement. L'information donnée par l'axe F2 correspond au facteur anthropisation (labour et surpâturage), deux espèces ont contribué positivement dans la formation de l'axe F2, à savoir : *Astragalus armatus* et *Salsola vermiculata* avec des coordonnées sur l'axe F2 de (2,38 ; 1,21) respectivement.

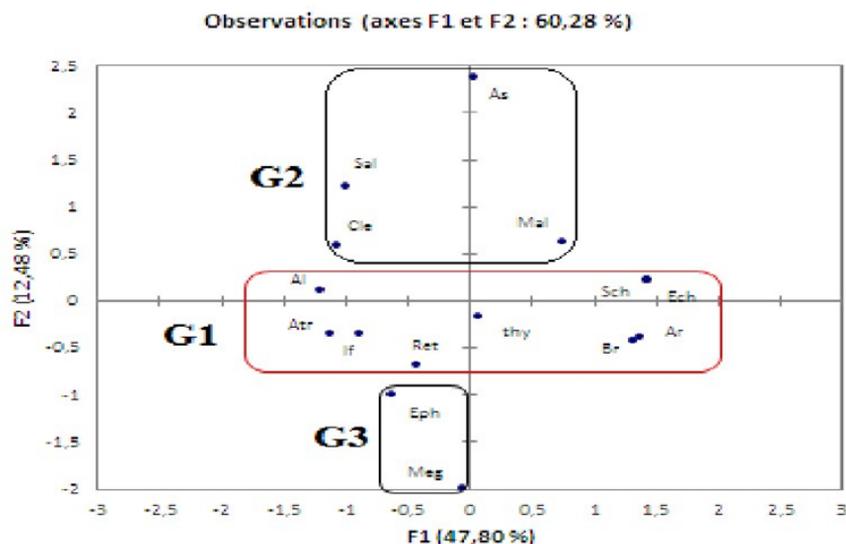


Figure 5 : Répartition des groupements végétaux sur les axes 1-2 de l'analyse factorielle (AFC)

Abreviations: *Aristidapungens*(Ar), *Astragalus armatus*(As), *Atractylis serratuloides*(Atr), *Allium sp*(Al)
Bromus rubens (Br), *Cleome arabica* (Cle), *Echinops spinosus* (Ech) *Euphorbia guyonnia* (Eph), *Ifloga spicata* (If), *Malcomia eagyptiaca* (Mal) *Retama reatam* (Re), *Salsola vermiculata* (Sal), *Schismus barbatus* (Sch), *Thymelaea microphylla* (Thy), *Megastoma pussillum* (Meg)

Le test de bootstrap a permis de démontrer une différence significative uniquement entre les groupements G2 et G3 pour les indices écologiques tel que, la dominance et l'équitabilité et la diversité (Tableau 1).

Tableau 1 : Test de « bootstrap » comparant la diversité des communautés végétales (année 2009)

Communauté	G1	G2	G3	Boot (P) : G3/G2
Taxon (S)	12	10	8	0,622
Simpson (1-D)	0,78	0,65	0,82	<u>0,002</u>
Shannon (H')	1,82	1,45	1,84	<u>0,011</u>
Equitabilité	0,73	0,63	0,88	<u>0,001</u>

G : groupement végétal, Boot (P) : valeur de P du test de bootstrap

En utilisant le test de dissimilarité de Bray-Curtis (Dbc) entre les groupes, ANOSIM a indiqué une dissimilarité non significative en espèces ($P = 0,07$; $R = 0,23$), en statistique R indique l'ampleur de la séparation dans la structure de la communauté si ($R = 1$), ou ($R = 0$) si aucune séparation ne se produit. La valeur de $R = 0,23$ indique que les groupes ne sont pas bien séparés, G2 et G3 sont significativement différents en espèces végétales ($P = 0,04$).

Le groupement G2 (*Astragalus armatus*) semble le moins diversifié ($H' = 1,45$) avec une équitabilité la plus faible (0,63), cela indique l'action d'origine anthropique.

Durant six ans d'étude, la diversité et l'équitabilité ont montré une légère amélioration, cependant le milieu demeure faible en espèces végétales, l'indice de Shannon ($H' = 2,07$ Bits) et l'indice de Simpson (0,85) indiquent que la diversité est faible, le calcul de l'équitabilité a montré que la répartition des espèces est plus ou moins équitable (Tableau 2).

Tableau 2 : Indices de la diversité floristique du milieu durant les années 2009-2012-2015

Année	2009	2012	2015
Taxon (S)	15	21	18
Indice de Simpson	0,75	0,83	0,82
Indice de Shannon (H')	1,80	2,07	2,03
Equitabilité	0,66	0,68	0,70

La couverture végétale (RV) a augmenté significativement entre l'année 2009 à l'année 2015 ($P = 0,01$), la couverture en sable a diminué significativement ($P = 0,001$, Fig. 6) la moyenne de RV est de 49,57% et du RNV (sable, litière, cailloux et pellicule de glaçage) est égale à 50,82 %, la moyenne des précipitations était de 139,08 mm/an.

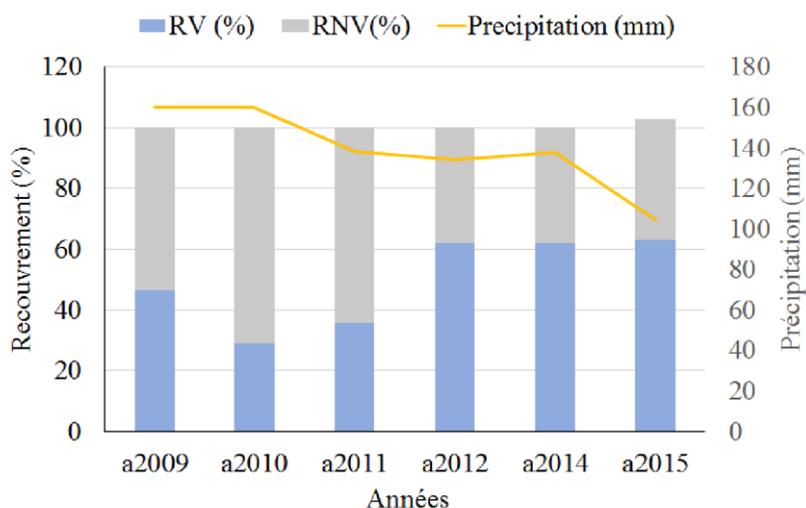


Figure 6: Suivi du recouvrement et des précipitations de la zone de Mokrane (2009-2015)

RV :Recouvrement végétal, RNV ;Recouvrement non végétal

La contribution spécifique (Csi) des espèces vivaces ; *Aristidapungens*, *Retamaraetam* et *Astragalusarmatus* entre l'année 2009 et 2015 a permis de conclure que seulement, la couverture d'*Astragalus armatus* ($P=0,04$) a augmenté significativement (Fig. 7).

2. L'étude pastorale de la zone de Mokrane

La productivité enregistrée dans la zone d'étude a présenté une moyenne de 59,41 UF ; la valeur pastorale avec une moyenne de 5,74% et la charge en ovin est de 1 ovin par 7 ha (Tableau 3), l'indice de perturbation calculé indique que le milieu est perturbé.

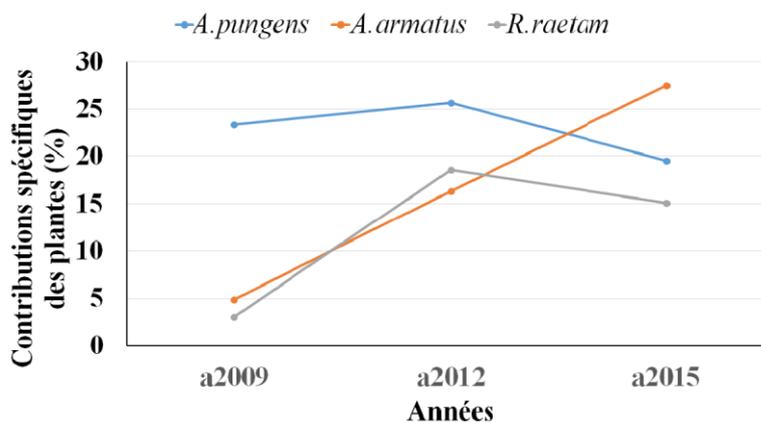


Figure 7 : Suivi de la prolifération de l'*Astragalus armatus* dans la zone de Mokrane.

Tableau 3: Evaluation de la productivité pastorale et la charge pastorale de la zone de Mokrane comparée à ceux de [9]

Parcours steppiques	Productivité pastorale (UF/an)	Valeur pastorale (%)	Charge pastorale (ha/U.ovine)	Indice de perturbation
Steppe à psammophile (Nos résultats)	40-79	4-7,5	4-10	0,66
Steppe à Alfa [9]	60-150	10-20	4-6	-
Steppe à Armoise [9]	-	-	1-5	-
Steppe à Remt [9]	25-50	-	10-12	-

DISCUSSION

L'analyse floristique de Mokrane zone agricole ensablée, nous a permis de recenser la dominance de 7 plantes steppiques : *Bromus rubens*, *Schismus barbatus*, *Thymelaea microphylla*, *Echinops spinosus*, *Retama raetam*, *Aristida pungens* et *Astragalus armatus*. Aidoud [24] a déjà confirmé la dominance des familles ; Asteraceae, Poaceae, Fabaceae et Chenopodiaceae dans la flore désertique. Des observations similaires ont été notées dans la description floristique de Sahara du Nord Algérie [26, 27]. Les Astéracées, les Poacées et les Fabacées sont trois familles qui représentent 35 à 40% de la flore dans chaque secteur saharien [28]. Cette prédominance est justifiée puisque ce sont des familles cosmopolites qui sont très répandues sur toute la steppe et l'Atlas saharien [29]. Sur les plans physiologique et floristique, Djebaili [30] définit la variation de la composition floristique du groupement en fonction de la nature du substrat lithologique. Lorsqu'il se développe sur glacié d'érosion fortement ensablé, ce groupement forme des faciès avec des espèces psammophytes telles que *Retama raetam* et *Thymelaea microphylla*. Selon Benaradj *et al.* [29], l'ensablement favorise l'installation des espèces psammophytes telles que : *Retama raetam* et *Malcolmia aegyptiaca*.

La thérophytisation observée est liée d'une part à la rudesse du climat et d'autre part aux actions anthropiques qui dégradent de plus en plus les conditions d'installation de nouvelles espèces. Emberger [31] et Daget [32] affirment que le taux des thérophytes croît avec l'aridité du milieu. Cette richesse est due au processus de la "remontée biologique" de la reconstitution, la régénération et la réapparition des espèces menacées de destruction par les facteurs de dégradation. 30% de la végétation psammophytes est due à la prolifération des plantes éphémères [11]. Nous avons ainsi observé l'impact de la sécheresse climatique par l'augmentation du taux des thérophytes et par la présence des espèces d'affinité saharienne telles que : *Euphorbia guyoniana* et *Launae aresidifolia*. Les chamæphytes également peuvent développer des formes d'adaptation à la sécheresse. La chamæphytisation enregistrée dans la zone de Mokrane a pour origine le phénomène d'aridité selon Floret et Pontanier [33],

il faut savoir que les chamæphytes s'adaptent mieux à la sécheresse estivale. Le pâturage favorise aussi de manière globale les chamæphytes repoussées par les troupeaux comme *Thymelaea microphylla*, *Hammada scoparia*, *Anvillea radiata* et *Gymnocarpos decander* [34] et *Astragalus armatus* selon Floret et Pontanier [33]. Selon Kadi Hanifi [34], le pâturage favorise de manière globale les chamæphytes refusés par les troupeaux. Kadi Hanifi [35] a confirmé que la régression des formations steppiques se traduit généralement par une chamaephytisation par des espèces épineuses dépourvues d'intérêt économique délaissées et repoussées par le bétail. Le Houérou [36] a signalé à son tour que l'augmentation des chamaephytes ligneuses dans les formations à Poacées fait suite au surpâturage par les ovins et les bovins. Dans notre zone d'étude, les parcours sont surtout exploités par les ovins et les caprins. Les Géophytes et les phanérophytes sont moins importants, ces derniers diminuent progressivement avec l'aridification du climat, La prolifération des hémicryptophytes peut s'expliquer aussi par la pauvreté du sol en matières organiques.

Le calcul de l'indice de perturbation (IP) a fluctué entre 0,74 et 0,66 durant les années d'étude, la zone de Mokrane semble perturbée. Les perturbations d'origine anthropique sont pour une large part responsable de l'état actuel des structures de végétation au Maghreb [37]. Le couvert végétal naturel y est soumis en permanence à un double impact, d'une part celui des sols (trop secs et légers) et du climat (faible précipitations) et d'une part celui des actions de l'homme et de ses animaux [38].

Depuis l'année 2009 à l'année 2015, les indices écologiques (richesse totale, l'équitabilité et la diversité en espèces) n'ont pas montré une différence significative, le milieu demeure peu diversifié. L'augmentation du taux du recouvrement végétal dans le site est due à la fixation du sable par les plantes vivaces, El-Bana *et al.* [39] et Guerrache [40] ont enregistré l'amélioration de la couverture végétale sur les dunes de sable fixées par *Retama raetam*. *L'Astragalus armatus* une chamaephyte à faible valeur pastorale a montré une prolifération remarquable dans le site, c'est une espèce qui apparaît dans les zones anciennement cultivées et les zones surpâturées [33].

Chaieb [41] a expliqué cette prolifération par l'architecture racinaire de cette plante, favorisant l'absorption d'eau et encore à son pouvoir germinative élevé. Les modifications floristiques des écosystèmes pastoraux des régions arides et désertiques, sous l'effet de la pression animale et du déficit hydrique, affectent en premier lieu les graminées et les chamaephytes palatables [42]. Le maintien de la productivité biologique du milieu demeure, dans de telles conditions, lié à l'apparition d'un nouveau type de végétation peu productif mais en équilibre avec ce nouvel environnement [33]. Toutefois, bien qu'*Astragalus armatus* soit considérée comme étant une espèce marquant la dégradation, elle peut contribuer, ne serait-ce que de façon partielle, au processus de restauration de l'équilibre écologique dans ces milieux dégradés [41]. Le piégeage du sable et la reconstitution du voile éolien par les touffes très développées entraînent une amélioration du bilan hydrique du sol et favorisent la germination d'espèces jusqu'alors raréfiées. Enfin, son aptitude à fixer de l'azote atmosphérique contribue à améliorer la fertilité du sol.

Le parcours de Mokrane à Laghouat présente une valeur pastorale moyenne d'environ 6,5 % estimée durant une période où la végétation était supposée optimale. Comparativement Hircheet *al.* [21], estiment 7% pour un pâturage de la steppe Sud-Ouest algérien dans la région de Naâma. Dans la même région en 2007 [29], calculent une valeur pastorale de 4 % pour un parcours à Sparte. Par contre les résultats, établis par OSS [43] sur les potentialités des parcours Ouest algériens rapportent une valeur pastorale plus élevée de l'ordre de 11%. Les différents types de végétation et les richesses dans ces parcours expliquent les écarts enregistrés entre les valeurs pastorales. Aussi bien que le couvert végétal lui-même est toujours dépendant des conditions locales édapho-climatiques qui diffèrent d'une région à l'autre et d'une année à l'autre. La valeur pastorale est un indice synthétique utilisée pour la caractérisation des capacités offertes par les parcours.

Dans notre cas la faiblesse de la valeur pastorale moyenne de Mokrane, peut être expliquée aussi par le faible taux de recouvrement de la surface du sol par la végétation, par la richesse faible de la flore qui caractérise le parcours et par la nature des

espèces végétales présentes qui ne sont pas toutes palatables. Parmi les plantes inventoriées plus de 71 % des espèces ont des indices pastoraux spécifiques médiocres (≤ 2) révélateurs de valeurs énergétiques faibles. Environ 22 % des espèces possèdent des qualités énergétiques moyennes avec des indices pastoraux spécifiques ($3 < I_s < 5$), mais seulement 7 % des plantes inventoriées possèdent de bonnes qualités fourragères avec des indices spécifiques supérieurs à 5 (*Medicago lacinata* et *Plantago albicans*) mais faiblement présentes dans le lieu. La faiblesse de la valeur pastorale peut aussi être due à la dominance du parcours des psammophytes notamment *Thymelaea microphylla*, *Aristida pungens*, *Retama raetam* et *Astragalus armatus* et qui présentent aussi des qualités fourragères (indices spécifiques) moyennes et médiocres.

Dans les steppes à psammophytes du sud Oranais, Nedjraoui [10] estima des productivités pastorales maximales entre 200 et 250 UF/ha, nos valeurs de (Mokrane) Laghouat sont variables entre 41 et 79 UF/ha, similaires à celles rapportées par Salemkour *et al.* [44] pour d'autres pâturages dans la steppe à Laghouat. Toutefois la productivité du parcours à Laghouat révèle une faible valeur nutritionnelle de la végétation présente et la médiocrité de la zone au pâturage. Les écarts de la productivité entre les parcours de Laghouat et ceux de la steppe sud oranais peuvent être expliqués par le type de la végétation qui domine, par la superficie qu'elle couvre, par la nature du sol des parcours et surtout par les précipitations dans les lieux [10]. En effet les quantités de pluies reçues sont prépondérants pour le développement des communautés végétales des steppes [45, 46, 43]. Les valeurs pastorales et les productivités estimées occasionnent pour le parcours des charges pastorales moyennes variables de 6 et 7 ha / Unité ovine. Cette valeur est proche de celles estimées durant la même période dans d'autres lieux de la steppe algérienne [44, 29, 47]. La charge estimée pour le parcours de Mokrane reflète de façon claire une situation de déséquilibre pastoral et un mauvais état de santé de ce pâturage à l'image de la steppe algérienne.

CONCLUSION

A travers cette étude, nous avons pu démontrer l'action conjugué de deux facteurs ; l'ensablement et l'agriculture (labours et surpâturage) sur la diversité floristique des milieux steppiques fragiles, malgré la faible diversité des espèces palatables, la prolifération et l'adaptation des espèces rejetées par les ovins et des espèces liées à la présence de sable, le milieu a connu une amélioration de point de vue fixation de sable et lutte contre l'érosion éolienne .

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. **Réquier-Desjardins M., Jauffret S. & Ben Khatra N. (2009).** Lutter contre la désertification », in *CIHEAM et al., MediTERRA 2009*, Presses de Sciences Po (P.F.N.S.P.) « Annuels » : 137-182
- [2]. **Dregne H.E. (1984).** Combatting desertification: evaluation of progress". In *Environmental conservation*, vol. 11, n°2 .Fac. Sci. Marrakech, 138 p.
- [3]. **Oussedik A., Iftène T. & Zegrar A. (2003).**Réalisation par télédétection de la carte d'Algérie de sensibilité à la désertification, *Science et changements planétaires / Sécheresse*. 14 (3) : 195-201
- [4]. **Franchis L. & Ibanez F. (2003).***Les menaces sur les sols dans les pays méditerranéens étude bibliographique Plan Bleu*, cahier 2, ISBN : 2-912081-13-0, 80p
- [5]. **Bielders CL., Rajot J-L. & Amadou M. (2002).** Transport of soil and nutrients by wind in bush fallow land and traditionally managed cultivated fields in the Sahel. *Geoderma* 109: 19–39.
- [6]. **Ikazaki K., Shinjo H., Tanaka U., Tobita S., Funakawa S., Iwai K. & Kosaki T. (2012).**Soil and nutrient loss from a cultivated field during wind erosion events in the Sahel, West Africa. *Pedologist* 55: 355–363
- [7]. **Ghazi A. & Lahouati R. (1997).** Algérie 2010. Sols et Ressources biologiques. Doc. I.N.E.S.G., Alger, 38 p.
- [8]. **Khalidi A. (2014).** La gestion non-durable de la steppe algérienne, *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Regards / Terrain, mis en ligne le 10 septembre 2014, consulté le 07 avril 2017. URL : <http://vertigo.revues.org/15152> ; DOI : 10.4000/vertigo.15152
- [9]. **Nedjraoui D. (2004).** Évaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation. Doc. URBT, Alger : 239-243.
- [10]. **Nedjraoui D. (1981).** Teneurs en éléments biogènes et valeurs énergétiques dans trois principaux faciès de végétation dans les Hautes Plaines steppique de la wilaya de Saida. ThèseDoct. 3°cycle, USTHB, Alger, 156p.
- [11]. **Amaouche Id. (2011).***Les potentialités agro-pastorales de la steppe algérienne, rapport Cellule SIG et télédétection*, HCDS.MADR ; Algerie, 61p.
- [12]. **Hatimi A. (1995).** Symbiotes racinaires de trois légumineuses arborescentes de dunes littorales de SoussMassa. Ed. INRA, Paris, *Les Colloques*, 77:183-190.
- [13]. **Houyou Z., Bielders C. L., Benhorma H. A., Dellal A. & Boutemdjet A. (2014).** Evidence of strong land degradation by wind erosion as a result of rainfed cropping in the Algerian steppe: a case study at Laghouat. *Land Degrad. Dev.*, 27:1788-1796
- [14]. **Taibi AN. (1997).** Le piémont sud du djebel Amour (Atlas saharien, Algérie), apport de la télédétection satellitaire à l'étude d'un milieu en dégradation. Ph.D. thesis, Université Denis Diderot, Paris VII, 310 p.
- [15]. **Braun Blanquet J., Roussine J.N. & Negre R. (1951).***Prodome des groupements végétaux de la France méditerranéenne*. CNRS. Paris, 297 p.
- [16]. **Djebaili S. (1984).***Recherches phytosociologiques et écologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas Sahariens Algériens*. Office des Publications Universitaires, Alger. I 77p.
- [17]. **Magurran A. E. (1988).***Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, N.J.2
- [18]. **Hébrard J.P., Loisel R., Roux C., Gomila H. & Bonin G. (1995).**Incidence of clearing on phanerogamic and cryptogamic vegetation in South-Eastern France. Disturbance indices, in Bellan D., Bonin G., Emig C. (Eds.), *Functioning and dynamics of natural and perturbed ecosystems*, Lavoisier, Paris , pp. 747-758.

- [19]. **Quezel P. & Santa S. (1962-1963).** *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*, 1-2 CNRS, Paris, France : 1-1165
- [20]. **Aidoud A. (1989).** Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés des hautes plaines Algéro-oranaises. Fonctionnement, évaluation, et évolution des ressources végétales. Thèse de Doctorat. USTHB, Alger. 257 p.
- [21]. **Hirche A., Boughani A. & Nedjraoui D. (1999).** About grassland quality assessment in arid areas. In : Etienne M. (ed.). Dynamics and sustainability of Mediterranean pastoral systems. Zaragoza : CIHEAM (39) : 193-197.
- [22]. **Daget P. & Poissonet J. (1971).** Une méthode d'analyse phycologiques des prairies, *Ann. Agron.* 22, (1) : 5-41.
- [23]. **Daget P. (1974).** Les prairies du Cantal, Valeur bromatologique, *Rev. Haute-Auvergne*, Avril-Juin : 35 p
- [24]. **Aidoud A. (1983).** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud oranais : phytomasse, productivité primaire et applications pastorales, Thèse, USTHB, Alger, 245 p.
- [25]. **Monod T. (1992).** Du désert. *Sécheresse*, 3 (1) : 7-24.
- [26]. **Chehma A. (2005).** Etude floristique et nutritive spatio-temporelle des parcours camelins du Sahara septentrional algérien. Cas des régions d'Ouargla et Ghardaïa. Thèse de Doctorat. Université d'Annaba, 178p.
- [27]. **Chehma A. & Youcef F. (2009).** Variations saisonnières des caractéristiques floristiques et de la composition chimique des parcours sahariens du Sud Est Algérien. *Sécheresse* 20 (4) : 373-81.
- [28]. **OZENDA P. (1983).** *Flore du Sahara. 2e édition*. Ed. CNRS, Paris, 622 p.
- [29]. **Benaradj A., Boucherit H., Hasnaoui O., Mederbal K., & Sehli A. (2013).** Rehabilitation of the steppe *Lygeum spartum* in the region of Naama (Western Algeria). *Energy Procedia*, (36) : 349–357.
- [30]. **Djebaili S. (1978).** Recherches phytosociologiques et écologiques sur la végétation des Hautes Plaines steppiques et de l'Atlas saharien algériens. Thèse doctorat d'Etat: Sciences. Univ. Languedoc. Montpellier (France). 220 p.
- [31]. **Emberger L. (1939).** Aperçu général sur la végétation du Maroc. *Verof. Geobot. Inst. Rubel. Zurich*, (14): 40-157.
- [32]. **Daget P. (1980).** Le nombre de diversité de Hill, un concept unificateur dans la théorie de la diversité écologique, *Acta Oecol. Oecol. Gén.*, 1 (1) : 51-70.
- [33]. **Floret C. & Pontanier R. (1982).** *L'aridité en Tunisie présaharienne. Climat, sol, végétation et aménagement*. Travaux et documents de l'ORSTOM n°150, Paris. p. 544.
- [34]. **Kadi Hanifi H. (1998).** L'alfa en Algérie. Syntaxonomie, relations milieu- végétation, dynamique et perspectives d'avenir. Thèse Doctorat. USTHB. Alger. 270 p.
- [35]. **Kadi Hanifi-Achour H. (2003).** Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie. *Sécheresse*, 14 (3) : 169–179.
- [36]. **Le Houérou H.N. (1995).** *Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique, Options Méditerranéennes*, B10, 396 pp
- [37]. **Quézel P. & Barbero M. (1993).** Variations climatiques au Sahara et en Afrique sèche depuis le Pliocène : enseignements de la flore et de la végétation actuelles. *Bulletin d'Ecologie* 24 : 191–202.
- [38]. **Floret C., Le Floc'h E., Romane F. & Pontanier R. (1981).** Dynamique de systèmes écologiques de la zone aride. *Acta Oecologica* 2 : 195–214.
- [39]. **El-Bana M.I., Nijs I. & Khedr A.A. (2003).** The importance of phytogenic mounds (Nebkhas) for restoration of arid degraded rangelands in Northern Sinai. *Restor Ecol* 11: 317-324.
- [40]. **Guerrache N., akkouche S. & Kadik L. (2014).** Evaluation of the biodiversity and stabilization of the soil after the fixating of the dunes by *Retamaretam* Webb, *Tamarix gallica* L. and *Tamarix aphylla* (L.) Karst in the dunes cordon of El-Mesrane (W. Djelfa) in Algeria. *Afr. J. Agric. Res.* 9 (19): 1467-1479

- [41]. **Chaieb M. (1997).** Comportement biologique comparé d'*Astragalus armatus* Willd. subsp. *tragacanthoides*(Desf.) M. et de *Rhanterium suaveolens* Desf. sur la steppe sableuse dégradée de la zone aride tunisienne. *Ecologia mediterranea* 23 (314) : 45-52
- [42]. **Shmida A. & Burgess T. L. (1988).** *Plant-growth from strategies and vegetation types in arid environments*. In: Evenari et al. (eds.) Plant form structure. Elsevier, Amsterdam: 379-387.
- [43]. **OSS. (2008).** The North Western Sahara aquifer system (Algeria, Tunisia, Libya). Joint management of transborder basin water/ Synthesis collection- Tunis-N°1. 48p.
- [44]. **Salemkour N., Benchouk N. Nouasria D, Kherief S. & Belhamra M. (2013).** Effets de la mise en repos sur les caractéristiques floristiques et pastorale des parcours steppiques de la région de Laghouat (Algérie). *Journal des régions Arides*. Numéro Spécial : 103-114
- [45]. **Djebaili S., Djellouli Y. & Daget P. (1989).** Les steppes pâturées des Hauts Plateaux algériens. *Fourrages*. 120: 393-400.
- [46]. **Daget P. & Poissonet J. (1997).** Biodiversité et végétation pastorale, *Rev. Elev. Med. Vét. Pays trop*, 50 (2) : 141-144
- [47]. **Rekik F., Bentouati A. & Aidoud A. (2014).** Evaluation des potentialités fourragères d'un parcours steppique à dominance de *Salsola vermiculata* L. dans l'EST de l'Algérie. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 26, Article 231.