

Impact des pratiques pastorales sur la diversité et les potentialités fourragères des parcours à *Stipa tenacissima* L. en Algérie

R F Hammouda^{1,2}, L Julien² et B Bouchareb³

¹ Laboratoire d'Ecologie Végétale et Environnement. Faculté des Sciences Biologiques. Université des sciences et de la technologie Houari-Boumediène (USTHB), Alger, Algérie

hammouda.rachid@yahoo.fr

² UMR SELMET, CIRAD, Montpellier, France

³ Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA), Alger, Algérie, Alger

Résumé

Le présent travail vise à étudier l'effet du report du pâturage sur la diversité floristique et les potentialités pastorales des parcours de *Stipa tenacissima* L., le long d'un transect allant d'une mise en défens vers un parcours à pâturage libre. Au printemps 2021, un échantillonnage a été effectué sur quatre transects croisés deux par deux d'une longueur moyenne de 8000 m selon la méthode des points quadrats. Les résultats obtenus révèlent des effets significatifs pour l'ensemble des attributs analysés en faveur du parcours de protection intégrale qui se caractérise par un recouvrement de la végétation $\geq 80\%$ et, où les espèces annuelles contribuent jusqu'à 40 % du couvert. Dans la zone en défens, les éléments de la surface du sol sont caractérisés par un taux de litière qui avoisine les 8 % et une faible présence de sol nu (<5%). La productivité pastorale est supérieure à 330 UF.ha⁻¹.an⁻¹ et la capacité de charge potentielle est estimée à 0.84 eq.ov.ha⁻¹.

Mots-clés : charge animale, mise en défens, parcours steppique, productivité pastorale, suivi écologique

The influence of pastoral activities on the diversity and potential grazing capacity of *Stipa tenacissima* L. rangelands in Algeria

Abstract

The primary objective of this investigation was to examine the impact of postponed grazing on the floristic diversity and pastoral capacity of *Stipa tenacissima* L. rangelands, spanning from a reserved zone to an openly grazed rangeland along a transect. During the spring of 2021, field sampling was conducted along four transects intersecting in pairs, each approximately 8,000 meters in length, employing the quadrat point technique. The findings demonstrate notable impacts on all scrutinized characteristics, favoring the fully protected pathway distinguished by a vegetation cover of $\geq 80\%$, with annual species contributing up to 40% of the cover. Within the enclosed region, surface soil attributes exhibit a litter rate nearing 8% and minimal bare soil presence (<5%). Pastoral output surpasses 330 UF.ha⁻¹.an⁻¹, with an estimated potential stocking rate of 0.84 eq.ov.ha⁻¹.

key-words: carrying capacity, ecological monitoring, fencing, pastoral productivity, steppe rangeland

Introduction

La steppe Algérienne, espace des nomades et de l'élevage ovin par excellence change de visage et donne de plus en plus de nouveaux paysages dégradés (Yerou et al 2022 ; Bencherif et al 2021). La végétation de ces territoires souffre d'une forte dégradation causée principalement par les facteurs anthropiques comme la croissance démographique, l'augmentation du cheptel, les nouveaux modes de gestion des terres et qui est accentuée par l'évolution de facteurs abiotiques plus stressant notamment climatiques Nedjraoui et Bedrani 2008).

La majeure partie de la population humaine de la steppe Algérienne tire ses revenus de la pratique de l'élevage extensif d'un cheptel principalement ovin. Cet élevage extensif qui se pratiquait jadis à travers des déplacements saisonniers perpétuels vers le nord en été et vers le sud en hiver, était dicté par un besoin en fourrage produit dans des zones favorables : parcours présahariens en hiver, zones céréalières en été. Il se retrouve aujourd'hui dans une situation de sédentarisation qui l'oblige à faire du pâturage stationnaire. Une situation causée par le bouleversement-socio-économique qui affectent la société pastorale notamment les changements dans les pratiques de gestion des parcours steppiques, et l'adoption de nouveau modèle de mobilité du troupeau (Aidoud et al 2011, Bencherif 2018).

Les pouvoirs publics ont attribué pas moins de 2.5 millions d'hectares de terrain (MADRP 2018) dans le cadre de la vivification et la mise en valeurs des terres de parcours, à travers la promulgation de plusieurs lois foncières (APFA 1983, GCA 1997 et loi 08-16) ; cette situation génère une dérégulation foncière et provoquent le morcellement des terres et le changement de leurs usages (Daoudi et al 2021, Daoudi et Colin 2017, Bencherif et al 2021). En conséquence, le pâturage stationnaire devient plus fréquent accompagnée d'une augmentation de la charge animale sur les parcours.

Cet état de fait engendre un déséquilibre entre besoins alimentaire pour l'élevage et disponibilités fourragères des terres de parcours. Actuellement la pâture sur steppes couvre moins de 40 % des besoins alimentaires des animaux (Kanoun 2016, Hammouda et al 2014). Toutes ces transformations ont entraîné une dégradation intense des ressources végétales des terres de parcours, qui est la base des systèmes de production agropastoraux des steppes, et rendent difficiles, l'équation de préservation d'un environnement fragile et la sécurisation des sociétés rurales qui y vivent (Moussaoui et al 2021).

L'exploitation permanente des terres de parcours, utilisant une charge animale nettement supérieure au potentiel de production des parcours, a pour effet de réduire leur capacité de régénération naturelle (Hadbaoui et al 2020 ; Hammouda et al 2019). Les prélèvements de matière végétale par les herbivores peuvent entraîner des modifications dans la composition spécifique des parcours (disparition, régression d'espèces), dans leur structure, à la fois verticale (relation entre les strates ligneuses et herbacées) ou horizontale (répartition spatiale des plages enherbées), dans leur production (phytomasse aérienne et souterraine) et enfin, dans leur dynamique (reconstitution du couvert végétal) (Carriere et al 1995). Cela peut également augmenter le risque de désertification de ces terres, et ainsi rendre plus vulnérables ces zones de pâtures (Aidoud et al 2011).

L'objectif de notre recherche a été d'évaluer l'effet engendré par le pâturage sur les parcours à Alfa (*Stipa tenacissima L*) dans un cadre géographique défini qu'est la zone de protection intégrale de la localité de Sayada, commune de Hadj Mechri, Wilaya de Laghouat en Algérie. Nous avons fixé comme axe central de notre recherche, la comparaison de l'impact de trois modalités d'exploitation : la zone de protection intégrale (ZI), le parcours intermédiaire sur les limites de la zone protégée (PI) et le pâturage libre (PL) sur la dynamique de la végétation et la production fourragère. En partant du principe que les conditions climatiques sont les mêmes au niveau de la zone de protection intégrale et ses alentours, nous émettons l'hypothèse que la dégradation des parcours à alfa est essentiellement liée à la surcharge pastorale de ces parcours alfatiers.

Matériel et méthode

Cadre de l'étude

La commune de Hadj Mechri (département de Laghouat), située dans la partie centrale de l'Atlas saharien, à une altitude moyenne de 1250 m dans le sud-ouest oranais, elle s'étend sur 65 720 ha de terres agro-pastorales (Fig. 1). Les sols érodés sont des lithosols et des régosols colonisés par des steppes arborées à genévrier rouge (*Juniperus phoenicea L*) et à Alfa (*Stipa tenacissima L*) et le spart (*Lygeum spartum L*). 70 à 80 % de sa population est sédentaire, vivant au sein d'habitations dispersées dans les zones de pâturage et qui pratiquent de l'élevage ovin extensif avec 46 392 têtes, associé à de la céréaliculture en sec (blé, orge) (Hammouda et al 2019).

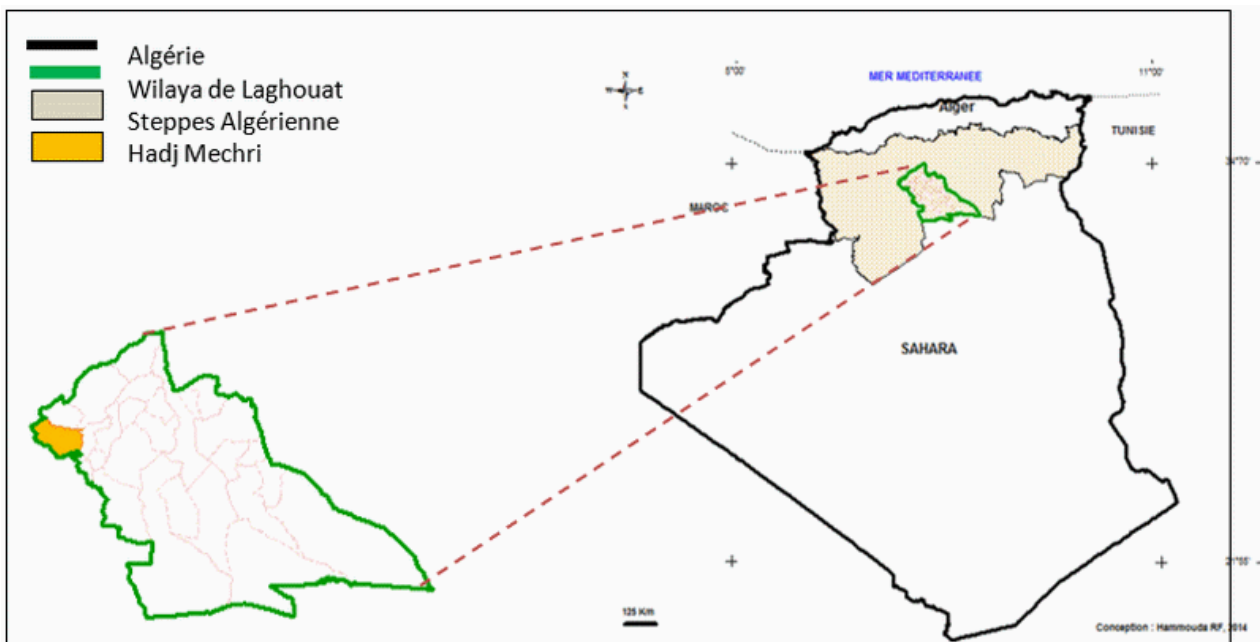


Fig. 1. Carte de localisation de la région d'étude (Hammouda et al, 2019)

Le bioclimat de la région est de type aride-supérieur à hiver froid ($Q_2 = 29.26$, $m = -0.32^\circ\text{C}$) ; caractérisé par un hiver froid et pluvieux et un été sec et chaud. La température annuelle moyenne est de l'ordre de 15.8°C (min = -0.32°C , max = 34°C). Les moyennes annuelles des précipitations oscillent autour de 320 mm avec forte variation interannuelle (Coefficient de variation = 31%) (Hammouda 2020).

Méthode d'observation et de mesure

Le site d'observations

Le site d'étude est une zone de protection intégrale sur un parcours à alfa (*Stipa tenacissima L*), dans la localité de Sayada, installé par la direction générale des forêts (DGF) en 2001, sur une superficie de 16 000 hectares, le site est non clôturé et surveillé par 2 agents de la DGF. Le choix du site de Sayada est motivé par le bon état de la conservation de l'Alfa à l'intérieur de la zone de protection intégrale, mais aussi de la proximité de la zone à plusieurs terrains de parcours très exploités : terrains de pâturage, labours et zone de passage de transhumant, où il a été constaté des piétinements illicites par les ovins sur les alentours de la zone de protection, d'où le choix de réaliser des relevés sur la périphérie de la zone de protection intégrale.

La collecte des données

L'étude de la végétation et du milieu a été réalisée au printemps 2021, le long de quatre transect croisés deux par deux d'une longueur moyenne de 8 000 m chacun, partant de la zone de protection intégrale et se poursuivant dans un terrain librement pâturé. Sur ces transect, nous avons réalisé 23 relevés linéaires de 200 m chacun (100 points de lecture), les relevés sont espacés de 1500 m : 8 relevés à

l'intérieur de la zone de protection intégrale (ZI) ; 7 relevés à la périphérie (PI) ; 8 relevés au niveau du pâturage libre (PL) (figure 2, photo 1). Les 23 relevés linéaires ont été effectués selon la méthode des points quadrats (Daget et al 2010, Roselt/Oss 2015).

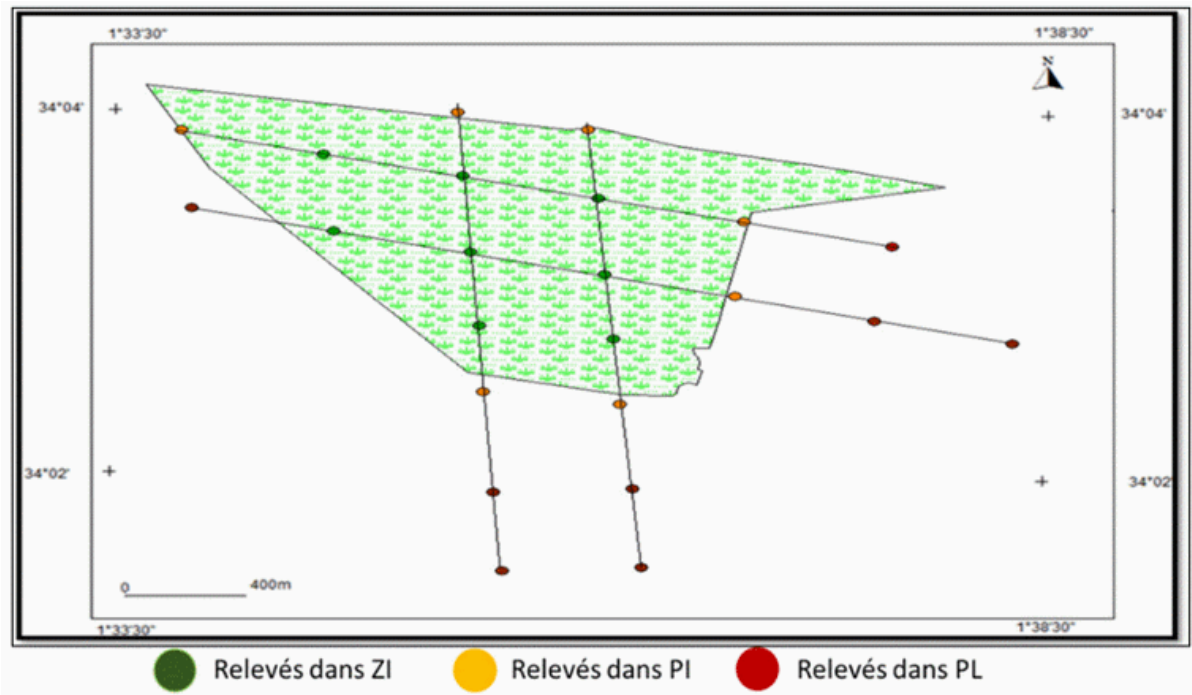


Fig 2. Localisation des relevés le long des 4 transects

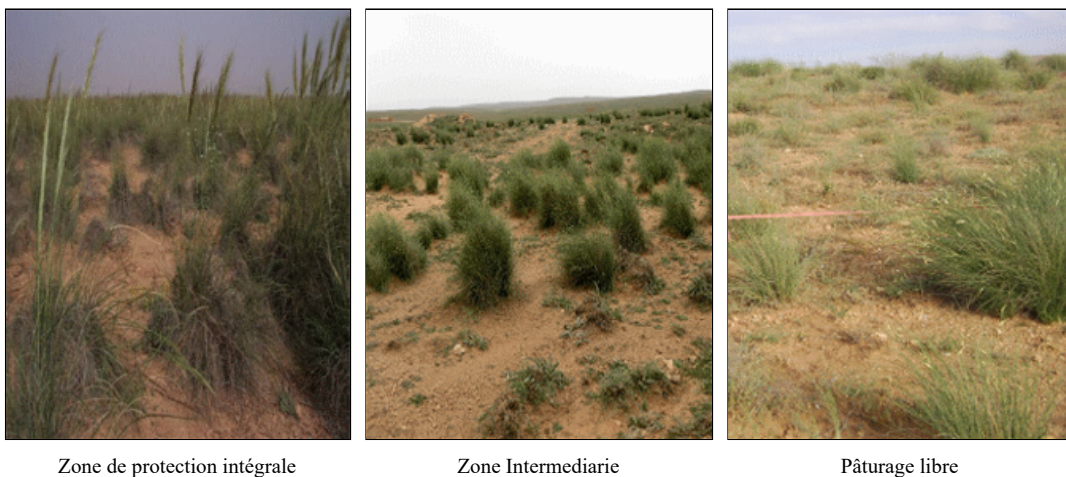


Photo 1. Photos des 3 types de parcours étudiés

Traitement des données

Analyse du patrimoine biologique

Chaque relevé linéaire a fourni une estimation quantitative du recouvrement global de la végétation (RGV), de la fréquence spécifique (Fsi) et de la contribution spécifique au couvert végétal (Csi), ainsi que la couverture des éléments de surface du sol (sol nu, sable, éléments grossiers et litière). Les taxons ont été regroupés par familles, genres et espèces selon la nomenclature Quezel et Santa (1962-1963), la richesse spécifique totale (Sd, EQ1) a été calculé pour chaque échantillon. L'indice de diversité de Shannon et Weaver (H', EQ2), complété par l'indice d'équitabilité (E, EQ3) (ROSELT/OSS 2015) ont été calculés pour évaluer la diversité.

$$Sd = \frac{S_j}{S_t} \quad \text{EQ 1}$$

Avec : S_j = Nombre d'espèces du relevé de la zone j ; S_t : Richesse totale de la zone j

$$H' = -\sum_{i=1}^S (p_i \log_2 p_i) \quad \text{EQ 2}$$

Avec : S : le nombre des espèces. P_i = (n_i / N), fréquence relative des espèces (n_i : fréquence relative de l'espèce i dans l'unité d'échantillonnage ; N : Somme des fréquences relatives spécifiques).

$$E = \frac{H'}{\log_2 S} \quad \text{EQ 3}$$

L'indice de similarité de Jaccard (CJ, EQ 4) (Real 1999 ; ROSELT/OSS 2015) a été utilisé pour comparer les sites deux à deux, car il évalue la ressemblance entre deux relevés en faisant le rapport entre les espèces communes aux deux relevés et celles propres à chaque relevé.

$$CJ = j / (a + b - j) \text{ EQ 4}$$

Avec : J = nombre d'espèces communes aux deux stations, a = le nombre de taxons propres à la station 1, b = le nombre de taxons propres à la station 2. On estime que deux groupes sont semblables si la valeur est supérieure à 0,5 et dissemblables cette valeur est inférieure à 0,5.

Estimation de la production pastorale

La productivité pastorale (PP) et la capacité de charge (CC) ont été calculées pour chaque station échantillonnée à partir de la valeur pastorale de chaque parcelle, afin de déterminer comment le troupeau affecte la végétation. La valeur pastorale (Vp) est un paramètre synthétique qui traduit la valeur bromatologique et la qualité d'un parcours en indiquant la réserve fourragère d'un parcours à un instant t. Elle est obtenue en pondérant la contribution spécifique des espèces extraites des relevés (Csi) en fonction de leurs valeurs fourragères (indice de qualité des espèces « Isi ») (Daget et al, 2010).

La capacité de la charge potentielle (CC) d'un parcours est basé sur la connaissance des besoins énergétiques des animaux (en moyenne de 400UF /an pour une brebis ayant un agneau par an), la charge exprimée en nombre d'hectares nécessaire pour un mouton (eq.ov. ha⁻¹) (Daget et al, 2010).

La valeur pastorale, la productivité et la capacité de charge sont présentées à travers les formules suivantes adaptées de Daget et al (2010).

$$V_{pj} = 0.1 \sum (C_{si} \times I_{si}) \times RGV / PP_j = 7.52V_{pj} / Ch_j = 400 / 7.52V_{pj}$$

Avec : V_{pj} : La valeur pastorale d'une unité j. C_{si} : Contribution spécifique de l'espèce i (%) I_{si} : Indice spécifique de qualité. RGV : Recouvrement globale de la végétation (%) PP_j : (UF.ha⁻¹.an⁻¹) : productivité pastorale d'une unité j. Ch_j (eq.ov.ha⁻¹) : capacité de charge potentielle d'un parcours j.

Traitement statistique des données

Afin de visualiser les relations existantes entre les différentes variables que nous avons calculé et d'hierarchisé les variables les plus pertinents, qui conditionne la répartition spatiale de nos relevés, nous avons réalisé une analyse en composantes principales (ACP) sur la matrice de corrélation de 23 relevés et les 12 variables quantitatifs calculés. L'ACP est réalisé avec logiciel R (R Core Team 2016).

Résultats

Evaluation de la diversité biologique

L'inventaire floristique, réalisé le long des quatre transect, a permis de comptabiliser 173 taxons appartenant à 124 genres et 35 familles. Cette richesse se caractérise par la dominance de la famille des *Asteraceae* qui est représentée par 24% de la richesse totale, suivie par la famille des *Poaceae* (11%) et les *Fabaceae* (10%). Les *Brassicaceae* (9%) et les *Caryophyllaceae* sont représentées (4%). Les autres familles représentent moins de 4% de la richesse totale. (Tableau 1.)

Tableau 1. Liste corrigée des espèces recensées avec indice de qualité des espèces attribuée

Espèces	Familles	Types biologiques	ISI	Espèces	Familles	Types biologiques	ISI
<i>Adonis dentata</i>	Ranunculaceae	Thér	3	<i>Bromus tectorum</i>	Asteraceae	Hém	1
<i>Aeluropus litoralis</i>	Poaceae	Hém	3	<i>Carduus getulus</i>	Asteraceae	Hém	1
<i>Agropyron orientale</i>	Poaceae	Thér	6	<i>Calendula aegyptiaca</i>	Asteraceae	Thér	5
<i>Alyssum granatens</i>	Brassicaceae	Thér	5	<i>Carthamus lanatus</i>	Asteraceae	Hém	2
<i>Alyssum scutigerum</i>	Brassicaceae	Thér	5	<i>Carthamus pectinatus</i>	Asteraceae	Hém	2
<i>Ammochloa palaestina</i>	Poaceae	Thér	6	<i>Catananche caespitosa</i>	Asteraceae	Hém	4
<i>Anacyclus cirtolepidioides</i>	Asteraceae	Thér	7	<i>Centaurea pungens</i>	Asteraceae	Hém	5
<i>Anacyclus pyrethrum</i>	Asteraceae	Hém	6	<i>Ceratocephalus falcatus</i>	Ranunculaceae	Thér	7
<i>Androsace maxima</i>	Primulaceae	Thér	1	<i>Chenopodium foliosum</i>	Amaranthaceae	Cham	6
<i>Anthemis monilicostata</i>	Asteraceae	Thér	3	<i>Cleome arabica</i>	Cleomaceae	Thér	1
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Fabaceae	Hém	7	<i>Coronilla minina</i>	Fabaceae	Hém	7
<i>Arnebia decumbens</i>	Boraginaceae	Thér	7	<i>Cotula anthemoides</i>	Poaceae	Thér	5
<i>Artemisia campestris</i>	Asteraceae	Cham	3	<i>Cutandia dichotoma</i>	Poaceae	Thér	7
<i>Astragalus cruciatus</i>	Fabaceae	Thér	6	<i>Cutandia divaricata</i>	Liliaceae	Hém	7
<i>Astragalus mareoticus</i>	Fabaceae	Thér	6	<i>Dipcadi serotinum</i>	Brassicaceae	Cham	2
<i>Astragalus sinaicus</i>	Fabaceae	Thér	6	<i>Diploxix harra</i>	Poaceae	Thér	2
<i>Astragalus armatus</i>	Fabaceae	Cham	3	<i>Echinaria capitata</i>	Asteraceae	Hém	6
<i>Asphodelus microcarpus</i>	Asphodelaceae	Hém	1	<i>Echinops bovei</i>	Asteraceae	Cham	1
<i>Atractylis cancellata L.</i>	Asteraceae	Cham	3	<i>Echinops spinosus</i>	Boraginaceae	Cham	1
<i>Atractylis humilis</i>	Asteraceae	Cham	3	<i>Echium pycnanthum</i>	Boraginaceae	Cham	3
<i>Atractylis serratuloides</i>	Amaranthaceae	Hém	4	<i>Echium trigorisum</i>	Brassicaceae	Hém	3
<i>Bassia muricata</i>	Brassicaceae	Thér	8	<i>Enarthrocarpus clavatus</i>	Geraniaceae	Thér	5
<i>Biscutella auriculata</i>	Poaceae	Thér	6	<i>Erodium cicutarium</i>	Geraniaceae	Thér	5
<i>Brachypodium distachum</i>	Poaceae	Thér	6	<i>Erodium microphyllum</i>	Brassicaceae	Thér	2
<i>Bromus rubens</i>	Poaceae	Thér	6	<i>Eruca vesicaria</i>	Apiaceae	Thér	5
<i>Eryngium ilicifolium</i>	Apiaceae	Hém	1	<i>Koeleria phleoides</i>	Poaceae	Thér	6
<i>Eryngium triquetrum</i>	Apiaceae	Thér	2	<i>Launaea nudicaulis</i>	Asteraceae	Thér	5
<i>Eryngium tricuspdatum</i>	Euphorbiaceae	Cham	1	<i>Launaea resedifolia</i>	Asteraceae	Thér	7
<i>Euphorbia bupleuroides</i>	Euphorbiaceae	Thér	1	<i>Loeflingia hispanica</i>	Cayophyllaceae	Thér	2
<i>Euphorbia peplus</i>	Asteraceae	Thér	1	<i>Leontodon hispanicus</i>	Asteraceae	Thér	6
<i>Evax argentea</i>	Asteraceae	Thér	3	<i>Linaria reflexa</i>	Plantaginaceae	Thér	6
<i>Filago minima</i>	Asteraceae	Thér	2	<i>Linaria simplex</i>	Plantaginaceae	Thér	6
<i>Filago spathulata</i>	Asteraceae	Thér	2	<i>Lolium multiflorum</i>	Poaceae	Thér	5
<i>Fumaria parviflora</i>	Papaveraceae	Thér	6	<i>Malcolmia arenaria</i>	Brassicaceae	Thér	2
<i>Galium ephedroides</i>	Rubiaceae	Hém	4	<i>Malva aegyptiaca</i>	Malvaceae	Thér	5
<i>Gastrocotyle hispida</i>	Boraginaceae	Thér	6	<i>Matthiolla longipetala</i>	Brassicaceae	Thér	2
<i>Glaucium corniculatum</i>	Papaveraceae	Hém	5	<i>Medicago arabica</i>	Fabaceae	Thér	8
<i>Hedysarum spinosissimum</i>	Fabaceae	Cham	4	<i>Medicago laciniata</i>	Fabaceae	Thér	8
<i>Helianthemum apertum</i>	Cistaceae	Thér	6	<i>Medicago littoralis</i>	Fabaceae	Thér	8
<i>Helianthemum ellipticum</i>	Cistaceae	Cham	6	<i>Medicago minima</i>	Fabaceae	Thér	8
<i>Helianthemum hirtum</i>	Cistaceae	Cham	7	<i>Medicago secundiflora</i>	Fabaceae	Thér	8
<i>Helianthemum ledifolium</i>	Cistaceae	Thér	6	<i>Micropus bobicinus</i>	Asteraceae	Thér	2
<i>Helianthemum lippii sessilifolium</i>	Cistaceae	Thér	6	<i>Muricaria prostrata</i>	Brassicaceae	Thér	4
<i>Helianthemum virgatum</i>	Cistaceae	Cham	6	<i>Muscari comosum</i>	Asparagaceae	Geo	1
<i>Herniaria fontanesii</i>	Caryophyllaceae	Thér	3	<i>Noaea mucronata</i>	Amaranthaceae	Cham	4
<i>Herniaria hirsuta</i>	Caryophyllaceae	Thér	3	<i>Ononis natrix</i>	Fabaceae	Hém	5
<i>Hordeum murinum</i>	Poaceae	Thér	3	<i>Onopordum acaule</i>	Asteraceae	Hém	2
<i>Hyoseris scabra</i>	Asteraceae	Thér	1	<i>Orobanche cernua</i>	Orobanchaceae	Thér	2
<i>Hyoseris radiata</i>	Asteraceae	Hém	6	<i>Papaver hybridum</i>	Papaveraceae	Thér	3
<i>Hypocoum geslinii</i>	Papaveraceae	Thér	5	<i>papaver rhoas</i>	Papaveraceae	Thér	3
<i>Hypocoum pendulum</i>	Papaveraceae	Thér	5	<i>Paronychia arabica</i>	Caryophyllaceae	Thér	2
<i>Hippocrepis multiquilquosa</i>	Fabaceae	Thér	4	<i>Paronychia argentea</i>	Caryophyllaceae	Hém	2
<i>Iris sisyrynchium</i>	Iridaceae	Geo	2	<i>Peganum harmala</i>	Nitrariaceae	Cham	3
<i>Lonchophora capiomontana</i>	Brassicaceae	Thér	4	<i>Silybum eburneum</i>	Asteraceae	Hém	2
<i>Lappula redowskii</i>	Boraginaceae	Thér	6	<i>Sinapis arvensis</i>	Brassicaceae	Thér	4
<i>Picris albidae</i>	Asteraceae	Hém	4	<i>Sisymbrium irio</i>	Brassicaceae	Thér	4
<i>Pituranthos scoparius</i>	Apiaceae	Cham	5	<i>Sisymbrium reboudianum</i>	Brassicaceae	Thér	5
<i>Plantago albicans</i>	Plantaginaceae	Hém	7	<i>Sisymbrium torulosum</i>	Brassicaceae	Thér	5
<i>Poa bulbosa</i>	Poaceae	Hém	7	<i>Spergularia marginata</i>	Caryophyllaceae	Hém	4
<i>Reseda alba</i>	Resedaceae	Thér	5	<i>Stachys hirta</i>	Lamiaceae	Thér	5
<i>Reseda decursiva</i>	Resedaceae	Thér	5	<i>Stipa parviflora</i>	Poaceae	Hém	7
<i>Roemeria hybrida</i>	Papaveraceae	Thér	3	<i>Stipa tenassissima</i>	Poaceae	Geo	3
<i>Salvia aegyptiaca</i>	Lamiaceae	Cham	4	<i>Teuchrium polium</i>	Lamiaceae	Cham	5
<i>Salvia verbenaca</i>	Lamiaceae	Hém	5	<i>Thapsia garganica</i>	Apiaceae	Hém	7
<i>Schismus barbatus</i>	Poaceae	Thér	5	<i>Thymelaea microphylla</i>	Thymelaeaceae	Hém	3
<i>Sclerocephalus arabicus</i>	Caryophyllaceae	Thér	4	<i>Thymus vulgaris</i>	Lamiaceae	Cham	8
<i>Scolymus hispanicus</i>	Asteraceae	Hém	3	<i>Trigonella anguina</i>	Fabaceae	Thér	4
<i>Scorzonera laciniata</i>	Asteraceae	Thér	6	<i>Trigonella polyceratae</i>	Fabaceae	Thér	5
<i>Scorzonera undulata</i>	Asteraceae	Hém	6	<i>Valerianella discoidea</i>	Valerianaceae	Thér	3
<i>Senecio flavus</i>	Asteraceae	Hém	4	<i>Xeranthemum inapertum</i>	Asteraceae	Thér	5

Légende: Type **Biologique:** Cham: Chameaphyte. **Thér:** Thérophyte. **Hém:** Hémicryptophyte. **Geo:** Géophyte. **ISI:** Indice spécifique des espèces établis par plusieurs auteurs (LE HOUEROU et IONESCO, 1973 ; CRBT, 1978, HAMMOUDA, 2020) et complétés par les résultats de nos enquêtes sur terrain Liste établie après traitement de relevés, basée sur les flores de Quézel & Santa, 1963 ; Ozenda, 1976 ; puis retravaillée par l'Indexe Synonymique de Châtelain & Dobignard et la Base de données E-Flore de l'Afrique du Nord. (Révisée selon les normes APG III et APG IV, 2020).

La richesse moyenne (Sd) à l'intérieur de la ZI est estimée à 14.9 espèces/relevé, 16.56 espèces/relevé dans le PI et 18 espèces/relevé pour les parcours de libre pâturage. Le calcul de l'indice de Shannon-Weaver et de l'équitabilité ont révélé des valeurs de diversité relativement moyenne dans la zone d'étude. La diversité spécifique calculée, montre que H' est plus élevé dans les parcours de périphérie (4.84 bits) par rapport à la diversité spécifique de la ZI (2.75 bits). L'indice d'équitabilité donne des valeurs pondérées par rapport à H', qui varient entre 0.37 pour la ZI et 0.65 pour les PL (tableau 2).

Tableau 2. Résultats des indices de diversité

	ZI (n= 08)	PI (n= 07)	PL (n= 08)
Richesse spécifique	14.29 (6.33)	16.56 (7,91)	18 (9)
Diversité de Shannon H' (bits)	2.75	4.84	4.70
Équitabilité E	0.37	0.55	0.65

ZI: Protection intégrale, PI : Parcours intermédiaire, PL : pâturage libre. Les valeurs représentent les moyennes et les écarts-type sont entre parenthèses

La comparaison des sites pris deux à deux par le calcul de l'indice de similarité de Jaccard (tableau 3), montre une ressemblance dans les listes floristiques des 3 zones. Cet indice qui ne tient pas compte de la fréquence spécifique des espèces et de leurs contributions au tapis végétal, montre qu'un nombre important d'espèces se rencontre dans les deux habitats opposés (ZI /PL = 0.74) évoquant ainsi une forte similitude inter habitats.

Tableau 3. Matrice de similarité de l'indice de Jaccard

	ZI = 55	ZI = 43	HMD = 48
ZI = 55 esp	1	-	-
PI = 43 esp	0.56	1	-
PL = 48 esp	0.74	0.54	1

Evaluation des potentialités pastorales

Selon les résultats du tableau 4, les parcours protégés à *S. tenacissima* sont caractérisés par un recouvrement important de végétation (87%), ce recouvrement est conditionné par l'absence du facteur anthropique qui limite la dégradation de la végétation. La litière présente un taux moyen de 8% à l'intérieur de la zone de protection intégrale ; le sol nu compte à lui avoisine les 5% et a tendance à se transformer en pellicule de glaçage en absence de piétinement. Le long du transect vers les parcours PL nous observons une dominance moins importante de l'alfa par rapport aux deux autres parcours (RGV= 61%), cela est dû à la forte pression anthropique autours de la ZI. Les éléments de la surface du sol sont importants, formés principalement par de la litière morte sur pied et le sol nu et (13 et 15 %) ; mais aussi 5% de voile éolien issu principalement du piétinement du sol nu par le cheptel.

Tableau 4. Caractéristiques des potentialités pastorales des trois sites d'étude

	ZI (n= 08)	PI (n= 07)	PL (n= 08)
Recouvrement végétal (%)	87.4 (7.32)	84.72 (7,9)	61.18 (13.1)
Sol nu (%)	4.7 (7.61)	3.15 (3.25)	15.44 (9.99)
Litière (%)	7.60 (6.86)	4.99 (5.92)	12.94 (10.04)
Éléments grossiers (%)	0.3 (0.97)	5.8 (7.19)	6 (3.15)
Sable (%)	0	1.33 (0.72)	4.44 (7.89)
Valeur pastorale (Vp)	44.7 (13.15)	33.7 (7.72)	13.65 (6.61)
Productivité pastorale (PP) (UF.ha ⁻¹ .an ⁻¹)	336.17 (98.91)	253.45 (58.06)	102.67 (49.71)
Capacité de charge (CC) (eq.ov.ha ⁻¹)	0.84 (0.53)	0.60 (0.53)	0.22 (2.53)

ZI : Protection intégrale, PI : Parcours intermédiaire, PL : pâturage libre. Les valeurs représentant les écarts-type sont entre parenthèses

Le calcul de la valeur et de la productivité pastorale, montre des valeurs moyenne dans la zone de protection intégrale, faible en intermédiaire et basse en zone de pâturage libre (tableau 4). La valeur pastorale ainsi que la productivité pastorale suivent un gradient décroissant de la ZI vers la PL (-24% entre la ZI et sa périphérie (PI) et -70% entre la ZI de PL). La charge pastorale potentielle quant à elle, suit un gradient inverse de la valeur et de la productivité pastorale, en effet elle augmente de la zone de protection intégrale vers le terrain de libre parcours elle varie entre 0.84 eq.ov ha⁻¹ sur les parcours ZI et 0.22 eq.ov.ha⁻¹ sur les parcours de libre pâturage.

Hiérarchisation et répartition spatiale des variables

Les résultats de l'analyse en composantes principales (ACP), réalisé sur la matrice de corrélation de 23 individus (relevés) et les 12 variables quantitatives calculés, montre un taux d'inertie de 79.88 % sur les deux premiers axes factoriels (F1 : 55.58 %, F2 : 24.30 %) (Figure 3).

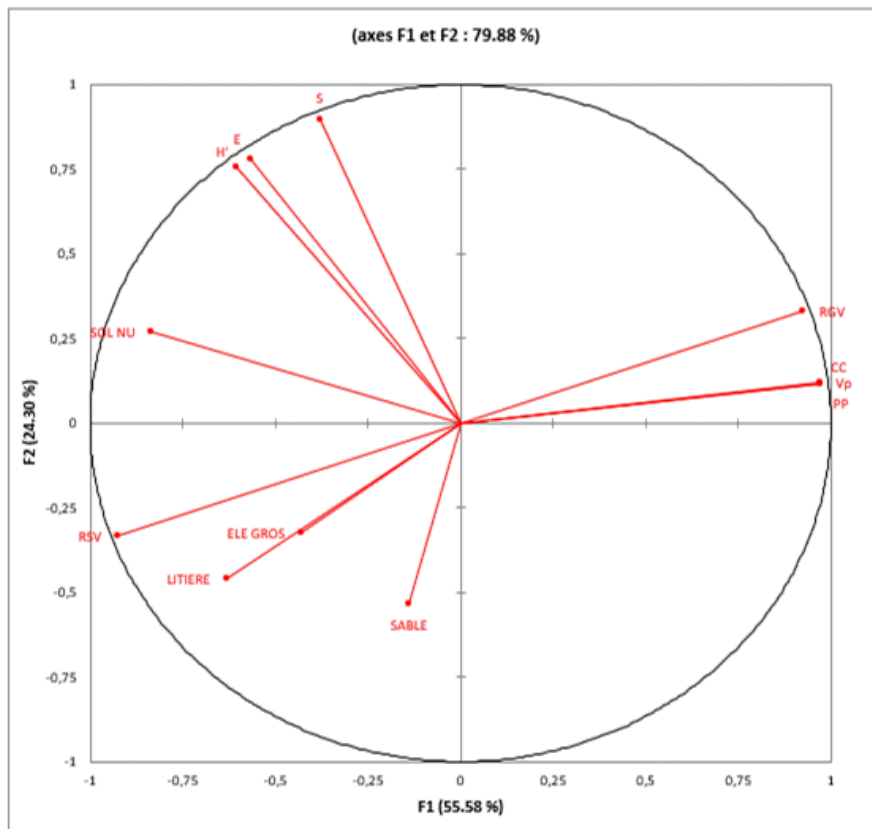


Fig. 3. Projection des variables sur la carte factorielle 1-2 de l'Analyse des composantes principales (ACP)

Le premier axe reflète la répartition des relevés selon le degré d'ouverture du milieu. Il oppose dans la partie positif de l'axe F1, les relevés réalisés sur des milieux non ouvert, caractérisés par un recouvrement global de la végétation important (jusqu'à 97%) et de bonne potentialité pastorale : une production pastorale supérieure à $240 \text{ UF} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$ et une charge pastorale supérieure à $0,6 \text{ eq.ov} \cdot \text{ha}^{-1}$ en opposition à des relevés réalisés sur des milieux ouverts caractérisés par une dominance du pourcentage des éléments de la surface du sol (Sup. à 50%) et une faible potentialité fourragère (PP Inf. à $150 \text{ UF} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$).

Le deuxième axe d'ordination, oppose du côté positif, des relevées riches en espèces (jusqu'à 26 espèces par relevé) avec un indice de biodiversité moyen (H' varie entre 3,36 et 4,17 bits), contre des relevés à faible richesse spécifique (7 espèces seulement pour le relevé 17), avec un fort taux de litière (supérieur à 10%). Dans ces relevés H' est faible (inférieur à 2,5 bits).

La représentation cartographique de l'ensemble des relevés en fonction de leurs coordonnées sur les axes, fait apparaître très nettement un gradient de dégradation anthropique. Ce gradient sépare les parcelles de la zone de protection intégrale et de sa périphérie (F1 positif) et les zones de libre pâturage (F1 négatif). Cet axe peut être interprété comme reflétant le type de protection (mise en défens ou pâturage libre) (figure 4).

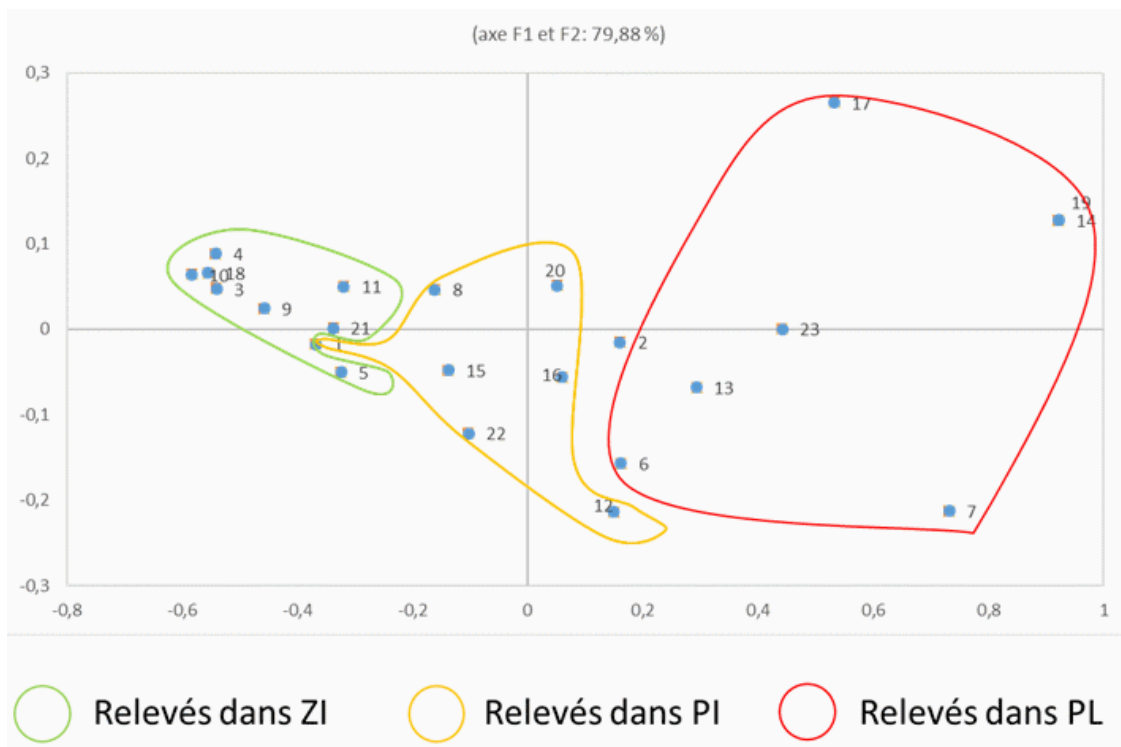


Fig 4. Projection des relevés sur la carte factorielle 1-2 de l'Analyse des composantes principales (ACP)

Discussion

L'étude nous a permis d'enregistrer des changements dans la structure et la composition floristique des parcours. L'inventaire floristique de 173 taxa que nous avons réalisé, est plus élevé par rapport à d'autres faciès d'Alfa que nous avons étudiés dans la région de Hadj Mechri (Hammouda 2020, Bouchareb 2021) et par rapport à ceux trouvés par Bekai et al (2019) dans la wilaya de Djelfa et Hellal (1998) dans les parcours à alfa du Nord de la steppe occidentale d'Algérie. La dominance de familles répertoriées dans notre cas d'étude est un trait caractéristique des steppes nord-africaines et plus particulièrement les steppes à *Stipa tenacissima* dans les zones semi-aride et aride de la steppe algérienne (Chaouche-Khouane et al 2018 ; Bekai et al 2019 ; Mechroum et al 2021).

La faible différence de la richesse moyenne entre les 3 zones de comparaison est dû principalement l'homogénéité des conditions physiques : sol et climat qui conditionnent l'installation du couvert végétale (Hourizi et al 2017 ; Bouchareb et al 2020). Néanmoins on remarque que la richesse moyenne dans les zones de PL est plus riche que dans la ZI, ceci est dû à l'ouverture du milieu par le pâturage dans les PL, ce qui favorise l'introduction de nouvelles espèces indicatrices de dégradation telles que *Asphodelus microcarpus*, *Hordeum murinum*, *Cynodon dactylon*, *Thapsia garganica*, *Noaea mucronata*, *Poa bulbosa*, *Atractylis serratuloides*, *Thapsia garganica*, *Thymelaea microphylla*, *Peganum harmala*. (Moulay et al 2011, Nedjraoui et al 2016, Slimani et Aidoud 2018).

L'association des indices de Shannon-Weaver et d'équitabilité ont permis d'avoir une meilleure idée de l'état de la diversité biologique de la zone étudiée. Leur calcul nous a permis de détecter des changements dans la structure du faciès à *S. tenacissima*, le long du gradient d'observation. Le parcours de la zone de protection intégral, présente une faible valeur de H' et de E (2.75, 0.37) qui s'explique par la dominance d'une seule espèce dans le faciès ; En effet, par son recouvrement et sa densité *S. tenacissima* occupe un maximum d'espace empêchant le développement des autres espèces (Faurie et al 2003). Inversement, le pâturage, le piétinement et les amendements en matière organique apporté par les ovins sur les parcours de pâturage libre, crée dans un premier temps, des conditions favorables, laissant le stock de graine dans le sol s'exprimer, aboutissant à une diversité plus grande (H'4.70, E 0.65), une plus grande abondance des espèces commune et une faible dominance spécifique (Amghar et al 2016, Hammouda et al 2019). Cette situation vérifie le postulat de l'hypothèse de perturbation intermédiaire formulée par Grime en 1973 ; En effet cette dernière stipule que le plus haut degré de diversité spécifique est atteint sous les régimes de perturbations d'intensité ou de fréquence moyennes. Cette intensité de pâturage engendre avec le temps, un changement de la composition floristique dû à la régression d'espèces palatables favorisant une thérophytisation de l'espace et générant une baisse de la diversité floristique globale par la prolifération des espèces peu ou non palatables et indicatrices de dégradation. (Hirche et al 2018 ; Chaouche-Khouane et al 2018 ; Mechroum et al 2021). Nos résultats corroborent ceux trouvés en Algérie (Amghar et al 2016 ; Yerou et al 2022) et au Maghreb (Jaufret 2001 ; Hachmi et al 2018).

L'indice de similarité de Jaccard, qui tient compte seulement du nombre d'espèce présente sur le site, montre une forte similitude inter habitats entre ZI et PL, ceci s'expliquerait par une homogénéité spatiale et saisonnière des conditions de l'environnement notamment les précipitations (Aidoud et al 2011, Hourizi et al 2017). Nos résultats concordent avec ceux observés dans les steppes du nord-est algérien (Mechroum et al 2021).

La diminution des potentialités pastorale le long du gradient d'observation, est attribuée aux changements du recouvrement global de la végétation et à la qualité fourragère des espèces entre les trois sites. Les éléments présents à la surface du sol, jouent un rôle prépondérant dans l'installation des espèces ; le taux de litière moyen rencontré dans la zone de protection intégral favorise la fertilisation du sol à travers l'accumulation et l'infiltration de l'eau et de la matière organique dans le sol (Hachemi et al 2018 ; Macheroum et Chenchouni 2022). Inversement, le fort pourcentage combiné de la litière morte sur pied, des éléments grossiers et du sol nu, est considéré comme un facteur néfaste pour la germination des espèces et favorise l'érosion (Amghar et al 2016 ; Macheroum et Chenchouni 2022). Malgré la grande diversité biologique de la zone de PL, la valeur bromatologique des espèces qui la compose reste médiocre ; ces espèces sont le plus souvent inapétées telles que *Atractylis serratuloides*, *Astragalus armatus*, *Cynodon*, *Thapsia garganica* et *Peganum harmala*. Nos résultats sont concordant avec ceux trouvés en 2018 dans la wilaya d'El Bayadh (Slimani et Aidoud 2018 ; Hirche et al 2018).

Les valeurs de la charge pastorale montrent que la charge dans la zone PL est 3 fois supérieure à celle de la ZI. Nous avons estimé en 2020, une charge potentielle des parcours à alfa de 0.46 eq.ov.ha⁻¹ pour une productivité pastorale moyenne de 195 UF.ha⁻¹.an⁻¹, et une moyenne de 0.49 eq.ov.ha⁻¹ sur tous les parcours de la commune de Hadj Mechri pour une productivité pastorale moyenne est de 198 UF.ha⁻¹.an⁻¹.

S. tenacissima est une espèce qualifiée de médiocres sur le plan pastoral. Seules les jeunes pousses et leurs inflorescences sont broutées par les ovins. Leur valeur énergétique moyenne (0,3 à 0,5 UF/kg.MS) est assez faible. Par contre, ils constituent des parcours d'assez bonne qualité avec un pouvoir de régénération et une productivité relativement élevée. Ils produisent en moyenne 65 % de leur phytomasse sur pied. Ce qui correspond en moyenne 110 kg de MS/ ha/an (Bouchareb 2021).

La diminution du couvert et de la biomasse des plantes pérennes dans les zones pâturées est due à la disparition de *S. tenacissima*, qui est surpâturée pendant les périodes de faible croissance de la végétation (été et hiver) lorsque les éphémères disparaissent, ou pendant les périodes successives de faible pluviométrie (Benseghir 2019). Les espèces annuelles et petites vivaces confèrent à ces types de parcours, une production pastorale importante de 100 à 190 UF/ha/an et une charge possible de 0.2 à 0.5 eq.ov.ha⁻¹. Dans les mise en défens cette production est multiplier par 2 (>à 250 UF/ha/an) et une charge qui varie entre 0.5 et 0.6 eq.ov.ha⁻¹ ; Ces résultats sont similaires à ceux trouvés sur les parcours steppiques maghrébin (Hachmi A, 2019, Hammouda, 2020, Msadek et al, 2021, Mahmoud et al, 2021).

Dans cette étude, nous avons pu observer des aptitudes de régénération naturelle du parcours, grâce à la protection intégrale des formations à *S. tenacissima*, qui a permis d'obtenir une auto régénération et une remontée biologique du cortège floristique de l'alfa, avec des espèces à fort potentiel pastoral telles que *Lomelosia stellata*, *Trachynia distachya*, *Muscari comosum*, *Dactylis glomerata*, *Thymus ciliatus*. La mise en défens reste un moyen efficace pour la régénération du couvert végétal des parcours steppiques maghrébains (Tarhouni et al 2007, Acherkouk et al 2012 ; Amghar et al 2012, 2016 ; Salemkour et al 2016).

Conclusion

Cette étude, consacrée à l'impact du pâturage sur les formations à *Stipa tenacissima*, nous a permis de mettre en évidence l'effet du pâturage sur la végétation, et d'identifier les principaux paramètres écologiques qui permettent de mieux appréhender la situation actuelle à Hadj Mechri. Le parcours de libre pâturage comptabilise plus d'espèces que les deux autres parcours, dû principalement à l'ouverture du milieu et la prolifération des espèces indicatrices de dégradation telles que *Thapsia garganica*, *Peganum harmala*, *Atractylis serratuloides* et *Astragalus armatus*. Ce résultat est confirmé par les indices de diversité et de l'équitabilité qui sont plus importants au niveau de la zone pâturée que dans la zone mise en défens, où l'Alfa domine seule par rapport aux autres espèces.

Des actions de mise en défens des steppes ont été entreprises depuis les années 70- 80, (Saidi et Gintzbuger 2013 ; Amghar et al 2016). Les résultats de la régénération végétale étaient très satisfaisants, en l'absence de pâture. Cependant, la soustraction d'une partie du pâturage pendant un certain nombre d'année accentue la pression sur les parcours voisins, et les résultats obtenus après la remise à la pâture se révèlent décevants, car les éleveurs, voyant le potentiel fourrager important, pratiquent alors de fortes charges sur de longues durées qui vulnérabilisent la végétation (Louhaichi et al 2019 ; Ickowicz, et Moulin 2022). Il serait donc intéressant d'opter pour des réouvertures partiels et tournante de la zone de protection intégrale ; cela permettrait d'une part la régénération de la ressource en lui octroyant des temps de repos, et d'autre part, de satisfaire les besoins du cheptel surtout en période de disettes ou de sécheresse prolongé. Néanmoins l'accès à la ressource doit être réglementé en termes de temps d'ouverture et de repos ainsi que la capacité de charge.

Il serait au final primordial d'approfondir les analyses spatio-temporelles de la végétation de la biodiversité et des ressources pastorales dans d'autres parcours à alfa non mise en défens dans la commune de Hadj Mechri, en prenant en référence la mise en défens de Sayada et en intégrant la charge animale réelle qui pâture dans ces parcours. Cela permettrait de donner une vue d'ensemble plus précise sur la situation et de mettre en place un monitoring plus efficace afin de proposer des actions de préservation de la ressource naturelle répondant à la fois aux attentes des éleveurs sans porter préjudice à l'environnement.

References

- Acherkouk M, Maatougui A, Aziz El Houmaizi M 2012 Impact study on vegetation rehabilitation through pastoral rest on the rangeland steppe of eastern Morocco. Science et changements planétaires/Sécheresse, vol. 23, no 2, p. 102-112.
- Aïdoud A, Slimani H, Roze F 2011 La surveillance à long terme des écosystèmes arides méditerranéens ; quels enseignements pour la restauration ? Cas d'une steppe d'Alfa (*Stipa tenacissima* L) en Algérie. Ecol Méditer, Vol.37, 17-32. https://www.persee.fr/doc/ecmed_0153-8756_2011_num_37_2_1335
- Amghar F, Langlois E, Forey E, Margerie P 2016 La mise en défens et la plantation fourragère : deux modes de restauration pour améliorer la végétation, la fertilité et l'état de la surface du sol dans les parcours arides algérien. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. Vol 20,3, 386-396. <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=12576>
- Amghar F, Forey E, Margerie P, Langlois E, Broufi L, And Kadi-Hanifi H 2012 Grazing enclosure and plantation: a synchronic study of two restoration techniques improving plant community and soil properties in arid degraded steppes (Algeria). Revue d'Écologie 67, 257–269. <https://hal.science/hal-03530690/>
- Bencherif S 2018 Origines et transformations récentes de l'élevage pastoral de la steppe algérienne. Revue internationale des études du développement, 236(4), 55-79. <https://doi.org/10.3917/ried.236.0055>
- Bencherif S, Dahmani M B, Burgas D, Manzano P 2021 Current social and rangeland access trends among pastoralists in the Western Algerian steppe. Land, 10(7), 674. <https://www.mdpi.com/2073-445X/10/7/674>
- Benseghir L, Kadi-Hanifi H and Bachari N E I 2019 Estimation of aboveground biomass in conserved areas of *Stipa tenacissima* L. stands in the high steppes of western Algeria by mean of the Landsat 8 imagery-based vegetation indices. African Journal of Ecology, 57(4), pp.466-476. <https://doi.org/10.1111/aje.12623>
- Bouchareb B 2021 Suivi des actions de lutte contre la désertification, Etude expérimentale dans la commune de Hadj Méchri, Wilaya de Laghouat. Thèse Doctorat, USTHB, Alger. 166+ann.
- Bouchareb B, Huguenin J, Hammouda R, Nedjraoui D 2020 Suivi diachronique de steppe restaurée : constats et perspectives. Fourrages, 241, 71-78.

- Carrière M, Toutain B 1995** Utilisation des terres de parcours par l'élevage et interactions avec l'environnement. Outils d'évaluation et indicateurs. Saarbrücken, Maisons-Alfort, SEMG, CIRAD-EMVT, 70. <https://www.fao.org/3/x6213f/x6213f.pdf>
- Chaouche-Khouane H, Belhamra M, Aïdoud A 2018** Evolution of the plant communities of Alfa (*Stipa tenacissima* L) steppes of Algeria. Courier du Savoir, Vol.26, 107-118.
- Daget Ph, Poissonet J, Huguenin J 2010** Prairies et Pâturages : Méthode d'étude de terrain et interprétation. CIRAD/CNRS UMR SELMET, 955 p. <https://agritrop.cirad.fr/593473/>
- Daoudi A, Colin J-P, Baroud K. 2021. La politique de mise en valeur des terres arides en Algérie : une lecture en termes d'équité. Cah. Agric. 30:4. <https://doi.org/10.1051/cagri/2020038>
- Faurie C, Ferra C, Medori P, Devaux J, Hemptinne J L 2003** Ecologie approche scientifique et pratique. Ed. Lavoisier, Paris, 407 p.
- Grime J P 1973** Competitive exclusion in herbaceous vegetation. Nature, vol. 242, 1973, pp. 344-347.
- Hachmi A 2019** Impacts de quelques actions de réhabilitation des parcours sur quelques composantes de l'écosystème pastoral des hauts plateaux de l'oriental. Thèse de doctorat. Université Mohamed V. Rabat, 210 p. + Ann. https://toubkal.imist.ma/bitstream/handle/123456789/15313/THESE_HACHMI.pdf
- Hachmi A, Andich H Et El Alaoui F Z 2018** Amélioration de l'état de la végétation et de la fertilité des sols des parcours arides du maroc par les techniques de restauration et de réhabilitation. Revue d'Ecologie (Terre et Vie), Vol. 73 (4), 2018 : 401-41. <https://hal.science/hal-03532546/>
- Hadbaoui I, Senoussi A, Huguenin J 2020** Les modalités d'alimentation des troupeaux ovins en steppe algérienne, région de M'Sila : pratiques et tendances. Cah. Agric. 29:28. <https://doi.org/10.1051/cagri/2020027>
- Hammouda R F 2020** Conception et expérimentation d'un modèle de gestion durable d'un parcours steppique dans un site test : commune de Hadj Mechri en Algérie. Thèse de doctorat. USTHB. Alger. 218p+ann.
- Hammouda R F, Huguenin J, Julien L, Nedjraoui D 2019** Impact of agrarian practices and some pastoral uses on vegetation in Algerian Steppe. The Rangeland Journal, Vol.41, 2, 97-107. <https://doi.org/10.1071/RJ18081>
- Hellal B 1998** Diagnostic phytoécologique d'une nappe alfatière du Nord de la steppe occidentale d'Algérie. Séminaire zones arides « Rétrospectives, Enjeux et Stratégie », Adrar, 1-16.
- Hirche A, Salamani M, Tarhouni M, Nedjraoui D, El Hag M, Gashuf E H, Boughani A, Adi N, Hourizi R, Ouled Belgacem A, Grandi M, Ben Khetra N, Briki M Z Amrani S 2018** The Maghreb (North Africa) rangelands evolution over forty years: Regreening or Degradation?, Chap.3,Ed.Victor, Desertification, 73-108. <https://repo.mel.cgiar.org/handle/20.500.11766/9658>
- Hourizi R, Hirche R, Djellouli Y, Nedjraoui D 2017** Changements spatio-temporels des paysages steppiques d'Algérie. Cas de la région de Méchéria. Terre et Vie, Vol.72, 1, 33-47. <https://hal.science/hal-03532816/>
- Ickowicz A, Moulin, C H 2022** Élevages au pâturage et développement durable des territoires méditerranéens et tropicaux. Ed Quae. 210p. ISSN : 2115-1229. <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/60573>
- Jaufret S 2001** Validation et comparaison de divers indicateurs des changements à long-terme dans les écosystèmes méditerranéens arides. Application au suivi de la désertification dans le Sud tunisien. Ph. D. Faculté des Sci., Techn., St Jérôme, Univ. d'Aix Marseille, France, 365 p.
- Louhaichi M, Belgacem A O, Petersen S L, Hassan S 2019** Effects of climate change and grazing pressure on shrub communities of West Asian rangelands. International Journal of Climate Change Strategies and Management. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJCCSM-02-2018-0017/full/html>
- Macheroum A Chenchouli H 2022** Short-term land degradation driven by livestock grazing does not affect soil properties in semiarid steppe rangelands. Front. Environ. Sci. 10:846045. doi: 10.3389/fenvs.2022.846045
- Macheroum A, Kadik L, Neffar S, Chenchouli H 2021** Facteurs environnementaux des modèles de diversité taxonomique et phylogénétique des communautés végétales dans les parcours steppiques semi-arides d'Afrique du Nord. Indicateurs écologiques, 132, 108279.
- Mahmoud A, Bin Ismail M, Alias M A and Sood A M 2021** Rangeland restoration analysis on the south slope of Al-Jabal Al-Akhdar, Northeast Libya. Journal of Rangeland Science, 11(1), 26-43.
- Msadek J, Tlili A, Mounni M, Louhaichi M and Tarhouni M 2021** Community diversity, functional traits and adaptation of *Stipa tenacissima* L. under different grazing regimes in a North African arid montane rangeland. African Journal of Range & Forage Science, 38(1), pp.122-129. <https://doi.org/10.2989/10220119.2020.1845796>
- Moulay A, Benabdeli K, Morsli A 2011** Contribution à l'identification des principaux facteurs de dégradation des steppes à *Stipa tenacissima* du sud-ouest algérien. Revue Mediterranea volume II n°22 : 149-188. <http://dx.doi.org/10.14198/MDTRRA2011.22.06>
- Nedjraoui D, Bedrani S 2008** La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. Vertigo on line, vol.8, 1. <http://dx.doi.org/10.4000/vertigo.5375>
- Nedjraoui D, Hirche A, Boughani A, Salamani M, Bouzenoune A, Hourizi R, Omari L, Slimani H 2016** Surveillance à long terme des écosystèmes steppiques et suivi de la désertification. Cas de la steppe du Sud-Ouest. Biocénose, vol. 2 : 5-21. <https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/43/7/1/51760>
- Quezel P, Santa S 1962-1963** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 2 vol. CNRS. Ed., Paris, 1170 p.
- R Core Team 2016** R. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Real R 1999** Tables of significant values of Jaccard's index of similarity. Miscel· lania Zoologica, 29-40.
- Roselt, Oss 2015** Guide technique écologie pour la collecte, l'analyse des données et le calcul des indicateurs écologiques suivant l'approche harmonisée ROSELT/DNSE/OSS/ Azziz HIRCHE ; OSS, Tunis : 2015. _ 159 p. ISBN: 978-9973-856-9-3. <http://www.oss-online.org/fr/publications/REPSAHEL-Guide-Eco>
- Saïdi S, Gintzburger G 2013** A spatial desertification indicator for Mediterranean arid rangelands: a case study in Algeria. The Rangeland Journal, 35(1), 47-62. <https://doi.org/10.1071/RJ12021>
- Slimani H, Aïdoud A 2018** Quarante ans de suivi dans la steppe du Sud-oranais (Algérie) : Changement de diversité et de composition floristiques. Revue d'Ecologie, Vol. 73, 3, 293-308. <https://hal.science/hal-03532680/>
- Shannon C E, Weaver W 1949** The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana.

Salemkour N, Aidoud A, Chalabi K, Chefrou A 2016 Évaluation des effets du contrôle de pâturage dans des parcours steppiques arides en Algérie. Revue d'écologie. Vol. 71 (2), 2016 : 178-191. https://www.persee.fr/doc/revec_0249-7395_2016_num_71_2_1838

Tarhouni M, Ouled Belgacem A, Neffati M, Chaieb M 2007 Dynamic of plant associations in a protected area of southern Tunisia. Cah. Agric. V. 16, n°1. 23-29. DOI: [10.1684/agr.2007.0046](https://doi.org/10.1684/agr.2007.0046)

Yerou H, Belgharbi B, Homrani A, Miloudi A 2022 Impact de la restauration par mis en défens sur les potentialités pastorales d'un parcours steppique à dominance d' *Artemisia herba alba* dans l'Algérie occidentale. Recherche sur l'élevage pour le développement rural, 34, 2. [Livestock Research for Rural Development 34 \(2\) 2022](https://doi.org/10.1007/s12573-022-10000-0)

Received 16 April 2024; Accepted 24 September 2024; Published 1 December 2024

