

Dynamique des écosystèmes steppiques dans un environnement changeant : Cas de la région de Ain-Skhouna (Wilaya de Saida – Algérie occidentale)

Okkacha Hasnaoui^{1,2}; Sid Ahmed Aouadj^{2,3} ; Abdelkrim Benaradj^{2,4} et Abdeslam Morsli⁵;

1- Faculté SNV ; Département. Agronomie ; Université Dr Moulay Tabar- Saida – Algérie

2- Laboratoire d'écologie et gestions des écosystèmes naturels – Université de Tlemcen- Algérie

3- Faculté des Sciences et technologie ; Département de Biologie- Relizane ; Algérie

4- Centre universitaire de Naama- Institut des Sciences- Départ. Scie. Agro. Algérie

5- I.N.R.F Ain-Skhouna – Saida ; Algérie

Résumé

Devant la surexploitation des ressources naturelles et les changements climatiques les différents écosystèmes du pourtour méditerranéen sont devenus vulnérable. Nombreuses espèces tant végétales qu'animales sont fragiles et sont exposées à une disparition. Les écosystèmes des hauts plateaux algériens n'échappent pas à ce fléau ; de ce fait ils représentent un exemple d'étude très intéressant. Dans le cadre de cette étude nous sommes intéressés à identifier les espèces végétales steppiques de la région de Ain Skhouna (Wilaya de Saida- Algérie occidentale) d'une part et quantifier leurs phytomasses aériennes d'autres part. Cette partie des hauts plateaux algérien se compose essentiellement de trois formations végétales : i) Formation à *Stipa tenacissima*, ii) Formation à *Artemisia herba alba* ; iii) Formation à *Lygeum spartum*. Devant les changements globaux que connaît la partie ouest algérienne ces formations sont devenues fragiles. Dans cette région du sud-ouest algérien on retrouve trois faciès pour chaque formation : dégradé, moyennement dégradé et bien venant. Ces formations steppiques jouent un rôle écologique et socioéconomique importants et sont menacées de disparition sous l'effet de la synergie anthropico-climatique (surexploitation des parcours, défrichement et des fluctuations climatiques). Afin d'aboutir à nos attentes nous avons considéré que la phytomasse aérienne est un bon indicateur de la dynamique végétale ; de ce fait nous avons fait un échantillonnage aléatoire basé sur des quadrats de 100 m². Dans chaque faciès nous avons retenu 10 quadrats dans chaque formation. Les résultats obtenus sont révélateurs puisque toutes les formations connaissent un recul important sur le plan floristique ; avec la disparition de certaines espèces et une régression de la biomasse aérienne de l'ordre de 82% en moyenne. Cette situation induit un départ de la couche arable du sol et l'accélération du processus d'ensablement. Ainsi la biomasse de *Stipa* régresse de 81,7 % Kg MS/ Ha et sa strate herbacée de 90, 2 %. La formation à *Artemisia herba alba* connaît une diminution de 81,4 % pour *Artemisia* et 87,4% pour les annuelles. Pour *Lygeum*, la phytomasse diminue de 81,5 % et de 81,75 % pour les herbacées. Globalement la rétrogradation des formations est une réalité à prendre au sérieux par les décideurs et des déterminations doivent être prise afin de préserver le reste du patrimoine phytogénétique de la région d'étude.

Mots clés : écosystème steppique ; identification ; quantification ; phytomasse ; dynamique ; Ain Skhouna- Algérie

Dynamics of steppe ecosystems in a changing environment: Case of the Ain-Skhouna region (Wilaya of Saida – Western Algeria)

Abstract

Faced with the overexploitation of natural resources and climate change, the various ecosystems around the Mediterranean have become vulnerable. Many plant and animal species are fragile and are at risk of disappearing. The ecosystems of the Algerian highlands are not immune to this scourge; therefore they represent a very interesting example of study. As part of this study we are interested in identifying the steppe plant species of the Ain Skhouna region (Wilaya of Saida-western Algeria) on the one hand and quantifying their aerial phytomasses on the other hand. This part of the Algerian highlands is essentially composed of three plant formations : i) Formation of *Stipa tenacissima*, ii) Formation of *Artemisia herba alba*; iii) *Lygeum spartum* formation. Faced with the global changes that the western part of Algeria is experiencing, these formations have become fragile. In this region of southwest Algeria we find three facies for each formation: degraded, moderately degraded and good. These steppe formations play an important ecological and socio-economic role and are threatened with disappearance under the effect of anthropico-climatic synergy (overexploitation of rangelands, land clearing and climatic fluctuations). In order to meet our expectations, we considered that phytomass is a good indicator of plant dynamics; therefore we did a random sampling based on quadrats of 100 m². In each facies we retained 10 quadrats in each formation. The results obtained are revealing since all the formations are experiencing a significant decline in terms of floristics; with the disappearance of certain species and a decline in aboveground biomass which is around 82% on average. This situation induces a departure of the topsoil from the soil and the acceleration of the empowerment process. Thus the biomass of *Stipa* decreased by 81.7% Kg DM/ Ha and its herbaceous stratum by 90.2%. *Artemisia herba alba* formation has decreased by 81.4% for *Artemisia* and 87.4% for annuals. For *Lygeum*, the phytomass decreases by 81.5% and by 81.75% for herbaceous plants. Overall, the downgrading of formations is a reality to be taken seriously by decision-makers and determinations must be made in order to preserve the rest of the plant genetic heritage of the study region.

Keywords: steppe ecosystem; identification; quantification; phytomass; dynamic; Ain Skhouna- Algeria

¹ Corresponding author: okkacha.hasnaoui@univ-saida.dz

I. INTRODUCTION

Les steppes algériennes sont dominées par quatre grands types de formations végétales : les steppes graminéennes à base d'alfa (*Stipa tenacissima*) et de sparte (*Lygeum spartum*) qui constituent des parcours médiocres et les steppes chamaephytiques à base d'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) dont les valeurs pastorales sont très appréciables et de *Hamada scoparia* localisées sur les regs [1]. Toutes les formations végétales de l'espace steppique sont utilisées comme ressource fourragères et sont surexploitées par les troupeaux et la population [2]. De la « mer d'alfa » décrite par Trabut [3] et dont la superficie avait été évaluée à 3 976 174 ha par le gouvernement général d'Algérie en 1921, il ne reste que 2 025 864 ha [4]. En 70 ans, la nappe alfatière a profondément régressé [5-16]. La pression exercée sur cette ressource, en absence d'une politique d'aménagement rationnel des parcours steppiques, compromet gravement la survie des espèces clés de voûte des formations steppiques et qui sont *Stipa tenacissima*, *Artemisia herba-alba* et *Lygeum spartum*. La pression anthropozoogène pratiquée sur cet espace se traduit par une diminution de la biomasse aérienne avec toutes les conséquences écologiques et socioéconomiques qui en découlent [2]. Le présent travail a pour objectif principal de quantifier la phytomasse aérienne des trois faciès de *Stipa tenacissima* ; *Artemisia herba alba* et *Lygeum spartum* afin d'apprécier la dynamique évolutive des formations steppiques dans cette partie ouest des hauts plateaux algérien d'un côté et restreindre la détérioration de ces bio-ressources de l'autre côté. Malgré les différents dispositifs mis en place par les pouvoirs publics et les décideurs ; la dégradation et l'accélération du processus de désertification ne cesse de s'alourdir et un non-retour à l'équilibre écologique n'est pas à écarter.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Caractérisation de la zone d'étude

1.1. Localisation

La zone d'Ain-Skhouna s'étend sur une superficie de 500 km² ; ces coordonnées géographiques sont 34° 30' 20" nord, 0° 50' 59" est ; elle est située sur les hautes plaines steppiques ouest en bordure Nord de la partie orientale du Chott Chergui (Fig. 1). Elle est limitée au sud par la commune de Rogassa (El Bayadh), à l'Est et au nord par la wilaya de Tiaret et au nord-ouest par la commune de Maamoura (Wilaya de Saida).

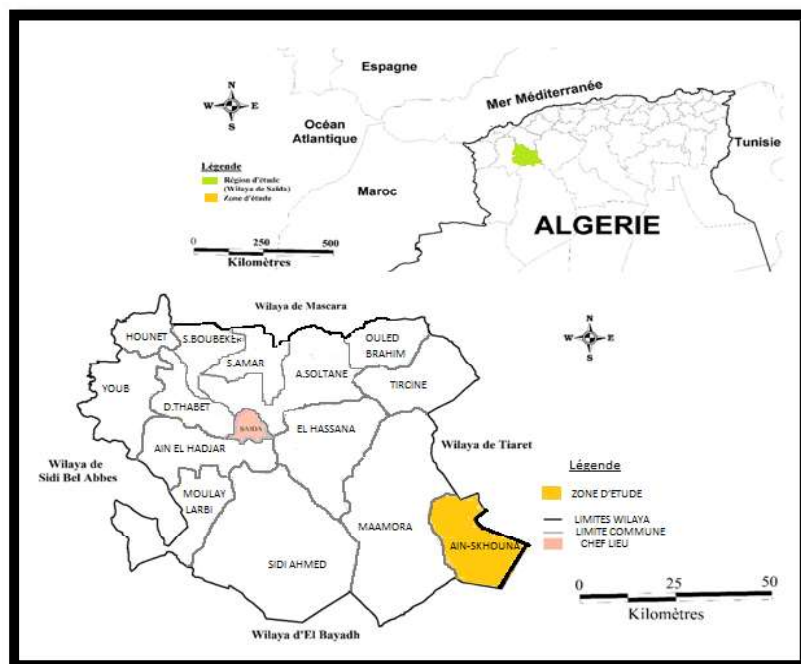


Fig. 1. Localisation de la zone d'étude [13]

1.2. Climat et bioclimat

Les relevés des précipitations sur une période de soixante-dix ans (1948-2018) au niveau de la station météorologique d'Ain Skhouna donnent une moyenne annuelle de 281 mm. Les mois pluvieux se situent entre Octobre et Mai, correspondant à plus de 75 % de la pluviométrie annuelle moyenne (Fig. 2).

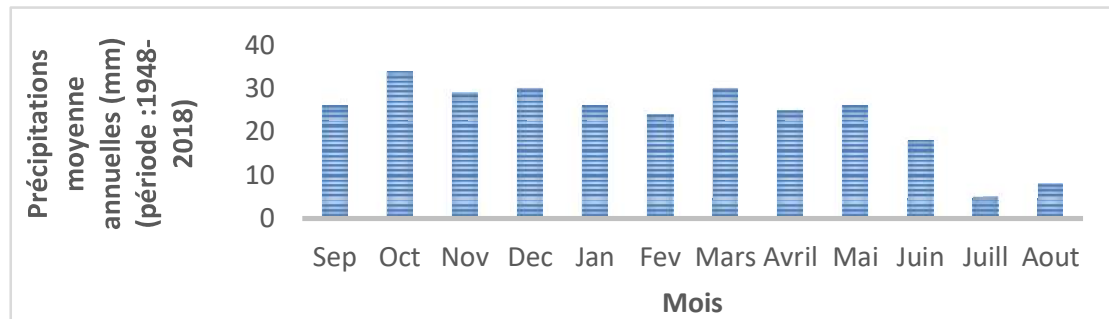


Fig. 2. Variations moyennes mensuelles des précipitations du milieu d'étude

Les températures moyennes baissent progressivement jusqu'à atteindre leur minimum au mois de janvier (2,5 °C), les plus élevées (36 °C) sont observées aux mois de juillet et Août. La région est caractérisée par un mois humide (Janvier), 4 mois sub-secs et 7 mois secs. L'évapotranspiration est assez forte durant la période de Mai à Septembre, l'ETP enregistrée au mois de Juillet est de 173,3 mm et celle du mois d'Août 163,40 mm [17]. Le nombre de jours des vents asséchants (sirocco) ne cesse d'augmenter ; il a été à 14 jours/an il y a de cela une décennie [13].

1.3. Les aspects édaphiques

Les sols relèvent du type salin développé sur un substratum constitué de croûte calcaire et de limons argileux, marneux et d'argile rouge. Les sols sableux sont localisés aux bordures du chott (apport éolien) et les sols alluvions (les plus profonds) ne couvrent que quelques dépressions. Cette diversité édaphique permet le développement d'une diversité floristique connue et exploitée par les habitants.

1.4. Les aspects humains

La population de la zone connaît un accroissement important, elle est passée de 4500 habitant en 1977 à 7272 habitants en 2009 et avoisine les 10 000 actuellement dont 1800 dans l'agglomération secondaire de Zeraguet, avec principalement 500 nomades et 800 en zones épars [18]. L'activité économique de la région s'articule essentiellement autour du secteur agricole et de l'élevage avec un cheptel totalisant en 15000 équivalents ovins détenus par 600 agriculteurs et 100 éleveurs. La pression sur les formations végétales steppiques est forte puisque la charge pastorale est supérieure à 5 équivalent ovin/ha alors que les possibilités ne sont que de 0.5 [19].

2. Matériels et méthode

Pour évaluer la biomasse des trois formations végétales dominantes dans la steppe, un zonage écologique a été effectué grâce aux différentes sorties sur terrain ce qui nous a permis de caractériser la végétation d'une part et connaître les contraintes que subit la diversité floristique. Selon l'état de la végétation trois faciès ont été retenus pour chaque formation et cela en fonction du degré de dégradation de la végétation : dégradé, moyennement dégradé et bien venant. L'échantillonnage subjectif a été retenu puisque les parcelles de 100 m² s'inscrivent dans des zones homogènes [20].

L'estimation de la phytomasse aérienne permet d'apprécier la tendance évolutive et/ou régressive d'un écosystème. Dix répétitions (dix mesures) ont été faites pour les trois formations et dans chaque faciès ; à savoir : *Stipa tenacissima*, *Artemisia herba alba* et *Lygeum spartum*. Globalement 90 quadrats de 100 m² chacun ont fait l'objet de mesures. La technique destructive (coupe à ras de sol) a été employée. Lors de notre

travail nous avons pris le soin de séparer les espèces pérennes (vivaces) d'un côté et les annuelles de l'autre. Le poids a été estimé avec une balance de précision de 1000 grammes. L'extrapolation des résultats obtenus à l'hectare a permis de caractériser la biomasse servant généralement de ressources fourragères des parcours steppiques de la région d'Ain-Skhouna.

3. Résultats et discussion

La dynamique des écosystèmes est sous la dépendance de la synergie climato-anthropique. La régénération et/ou la dégradation des plantes dépendent de ces facteurs. Les résultats obtenus sont représentés graphiquement pour chaque de figure.

3.1. Phytomasse du faciès à *Stipa tenacissima*

Selon les travaux de Aidoud et Nedjaroui [20] la phytomasse totale des steppes à *Stipa tenacissima* peut atteindre 10 tonnes MS/ha ; mais la partie verte qui est la partie exploitable a une production de 1000 à 1500 kg MS/ha. Il est à noter que *Stipa* présente une faible valeur fourragère de 0,3 à 0,5 UF/KgMS selon le recouvrement et le cortège floristique [21]. Il faut rappeler le terme d'alfa avait évoqué en 1889; ce qui signifie que la production aérienne de cette formation est très importante en terme de productivité [3]. Dans notre cas on note une disparité en terme de résultats obtenus selon le cas :

3.1.1 Faciès à *Stipa tenacissima* bien venant (ABV).

Le faciès bien venant offre une phytomasse moyenne de 1405 kg MS/ha pour les espèces vivaces et seulement 627 kg MS/ha pour les espèces annuelles. Ces résultats corroborent globalement avec ceux de [22]. Les biomasses restent assez intéressantes dans les conditions environnementales tant climatiques qu'anthropiques. La figure 3 représente les moyennes des phytomasses aériennes pour *Stipa* et pour les annuelles.

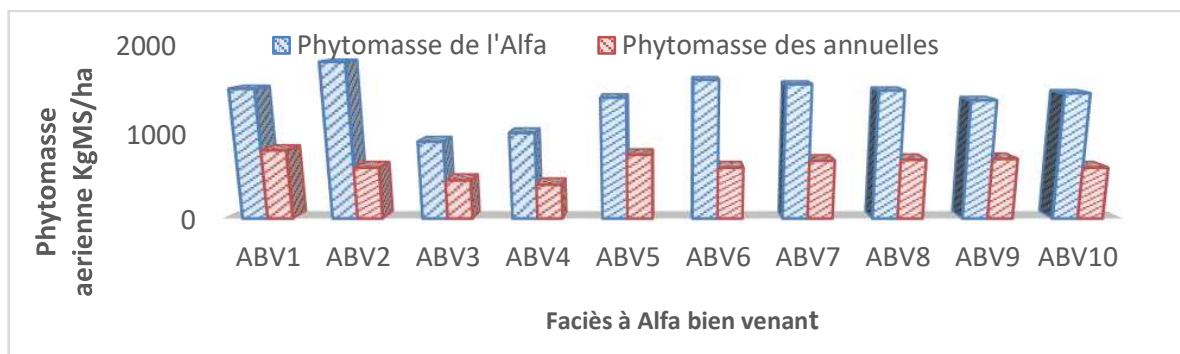


Fig. 3. Evaluation de la phytomasse des faciès à Alfa bien venants.

3.1.2. Faciès à *Stipa tenacissima* moyennement dégradés (AMD).

La phytomasse de *Stipa* atteint 651 kg MS/ha alors que les herbacées n'offrent que 160 KG MS/ha comme le confirment les résultats consignés dans la figure 4.

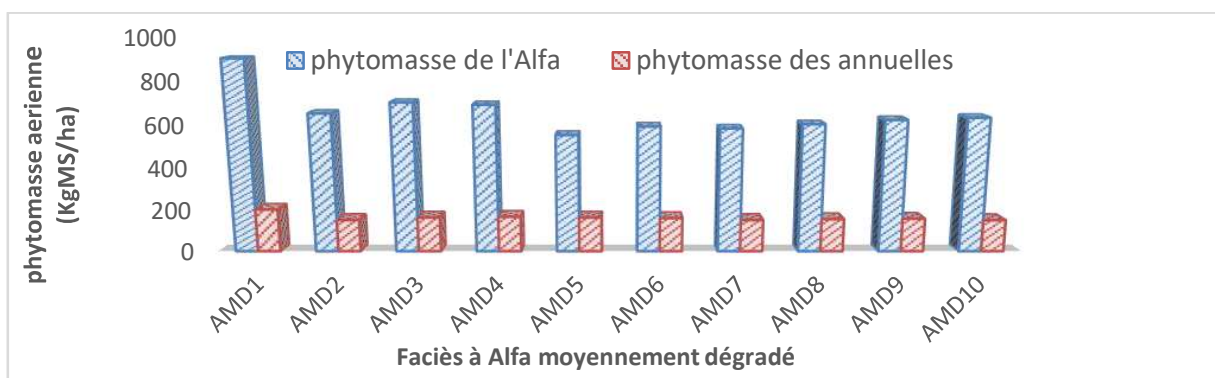


Fig. 4. Evaluation de la phytomasse des faciès à Alfa moyennement dégradé.

3.1.3. Faciès à *Stipa tenacissima* dégradé (AD).

Les chiffres obtenus sont les plus faibles puisqu'ils ne sont que de 271 et 68 Kg MS/ha respectivement pour *Stipa* et les espèces annuelles (Fig. 5).

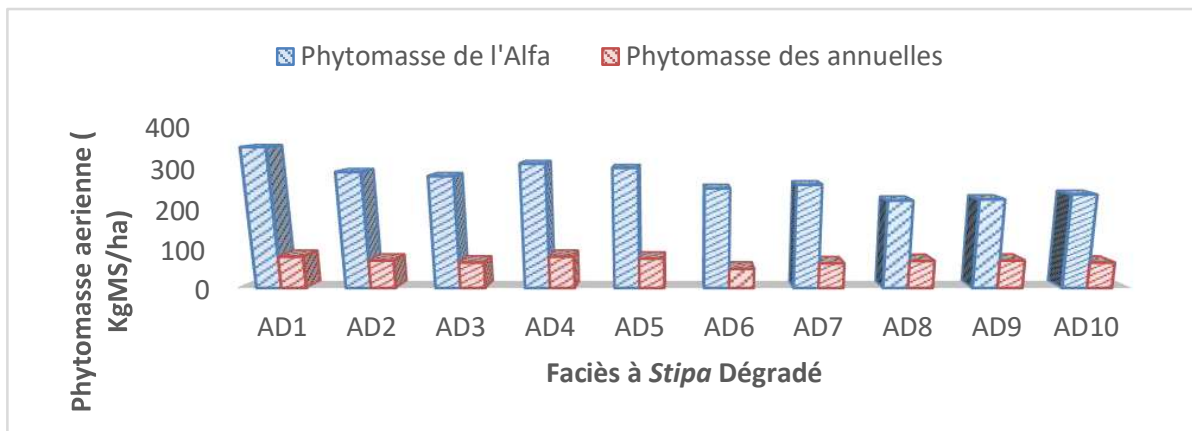


Fig. 5. Evaluation de la phytomasse des faciès à *Stipa* dégradé.

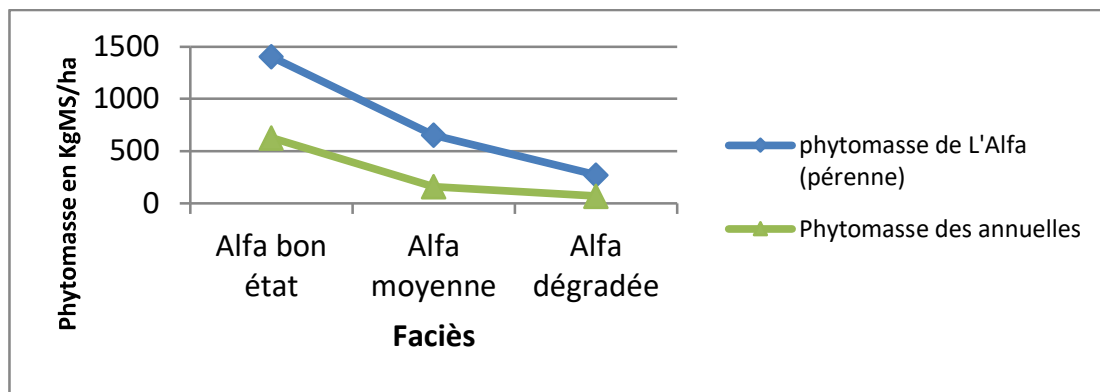


Fig. 6. Evolution de la phytomasse aérienne de l'Alfa selon l'état des faciès

Nous constatons que les résultats pour l'alfa bien venant sont proches de ceux de Aidoud [22]. Les touffes d'alfa sont inhérentes. Ceci reste nommément vrai pour l'alfa bien venant ; cependant la comparaison avec les autres faciès montre une dynamique régressive. Ainsi la phytomasse connaît une diminution très importante puisqu'elle passe de 1405 à seulement 271 Kg MS/ha pour *Stipa* et de 627 à 62 Kg MS/ha pour les annuelles ; soit une réduction de 81,7% pour *Stipa* et de 90,2% pour les annuelles. Cette régression de la phytomasse constitue un indicateur écologique inquiétant quand à l'avenir des ces formations. Il y a lieu de signaler que Nedjraoui [1] notait dans les mêmes formations et dans la même région une biomasse oscillant entre 1000 et 1500 Kg MS/ha pour les formations bien venantes. Dans le même contexte Aidoud [23] a estimé la biomasse verte de l'alfa à 1750 Kg MS/ha. Comparativement une baisse notable a été constatée. La figure 6 montre le recul en terme de production dans les trois formations à *Stipa*. La déperdition en terme de Kg Ms/ha est importante.

3.2. Faciès à *Artemisia herba alba* :

Selon les travaux de Nedjaoui [1] les steppes à *Artemisia herba alba* offre une production primaire de 500 à 4500 Kg MS/ha pour les espèces vivaces et un total de 1 000 Kg MS/ha pour les annuelles. La production annuelle consommable est de 500 Kg MS/ha, soit une productivité pastorale moyenne de 150 à 200 UF/ha. Dans notre cas la phytomasse aérienne dans les faciès à *Artemisia herba alba* en bon état (bien venant) est de 4338 Kg MS/ha ; ceci coïncide avec les données de Nadjraoui [1]. Cependant les deux autres faciès (AMD et AD) sont marqués par une régression assez importante. Les résultats sont reportés dans la figure 6. La comparaison de la biomasse calculée dans les trois faciès ; récapitulée dans la figure 6 ; met en

évidence l'état de dégradation des parcours à *Artemisia herba alba*, puisque la biomasse a chuté de 81,4 % pour les vivaces et de 87,4% pour les annuelles.

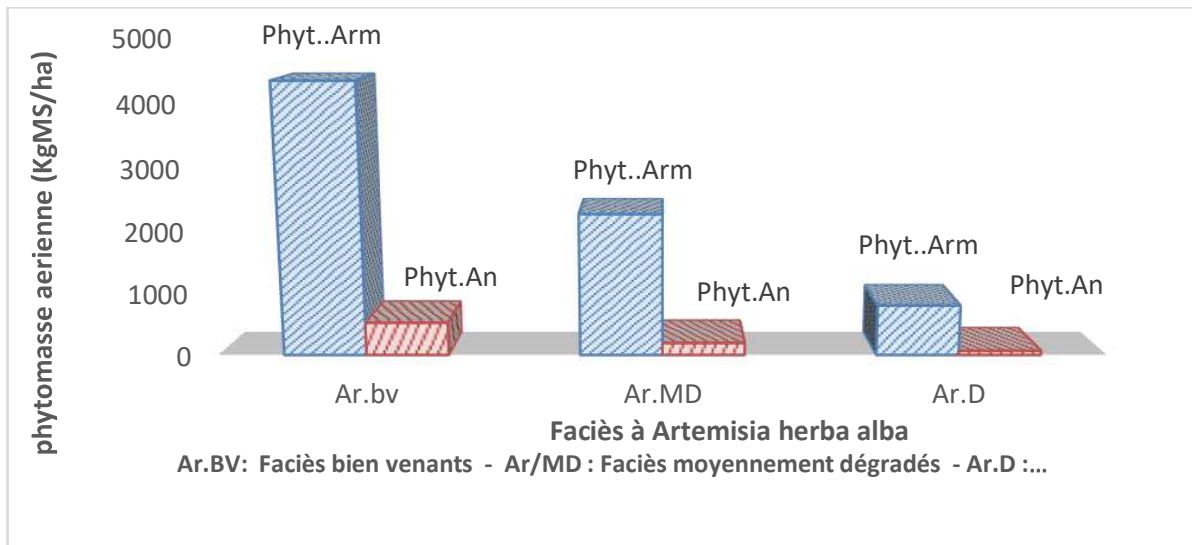


Fig. 6. Evolution de la biomasse aérienne dans les différents faciès à *Artemisia herba alba*.

3.3. Faciès à *Lygeum spartum*

Les steppes à *Lygeum spartum* sont peu productives ; une production moyenne annuelle variant de 300 à 500 Kg MS/ha, a été enregistrée. Il faut noter que ces formations constituent des parcours pastorales d'assez bonne qualité. Leur intérêt vient de leur diversité floristique et de leur productivité relativement élevée en espèces annuelles et petites vivaces. Selon les travaux de Nedjaoui [1] la phytomasse est de 110 Kg MS/ha en moyenne. Toutefois les valeurs enregistrées dans notre cas sont contrastées et une régression nette a été observée.

3.3.1. Faciès à *Lygeum spartum* bien venants(LYBV)

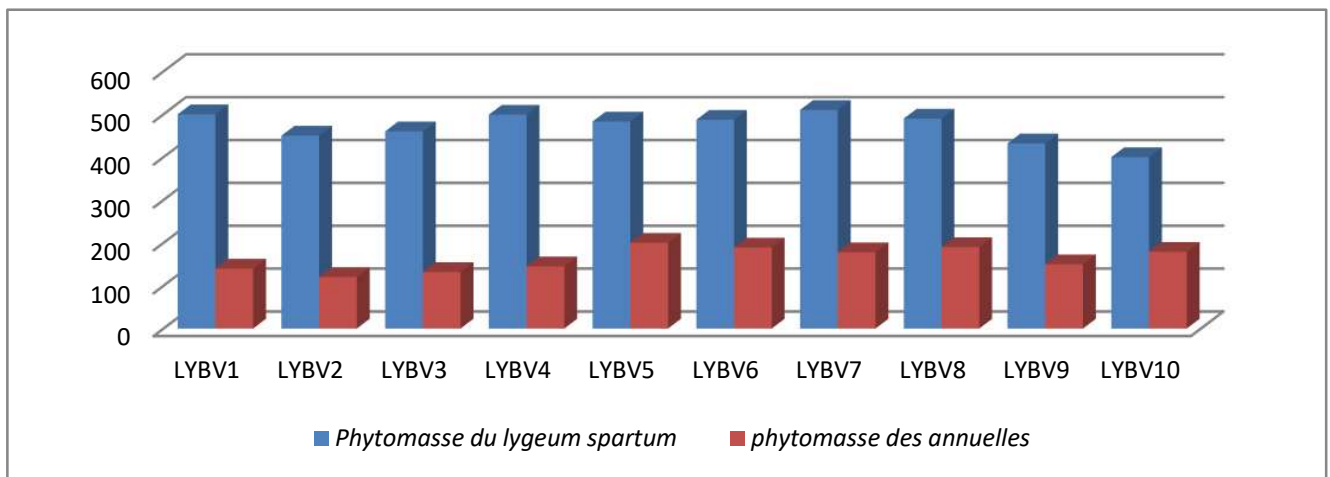


Fig. 7. Biomasse brute des faciès à *Lygeum spartum* en bon état.

La moyenne de la phytomasse des pérennes des faciès bien venants passe de 471 KgMS/ha à seulement 87 KgMS/ha (Figure 7). La phytomasse des annuelles est relativement importante dans les faciès moyennement dégradés, elle représente 30,90 % de la biomasse totale du faciès par contre elle n'est que de 25,62 % dans les bien venants et 26,44% dans les faciès dégradés.

3.3.2. Faciès à *Lygeum spartum* moyennement dégradés(LYMD)

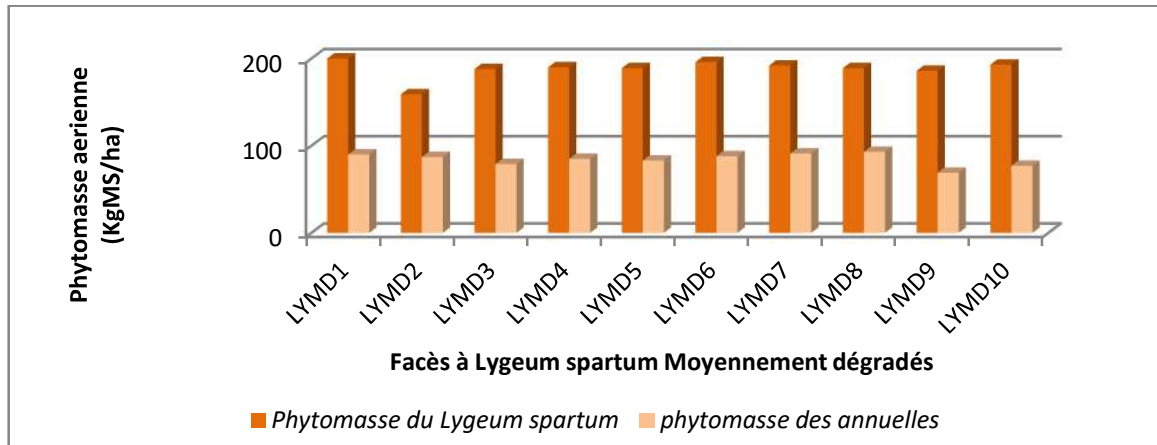


Fig. 8. Biomasse brute des faciès à *Lygeum spartum* moyennement dégradés.

3.3.3. Facies à *Lygeum spartum* dégradés(LYD)

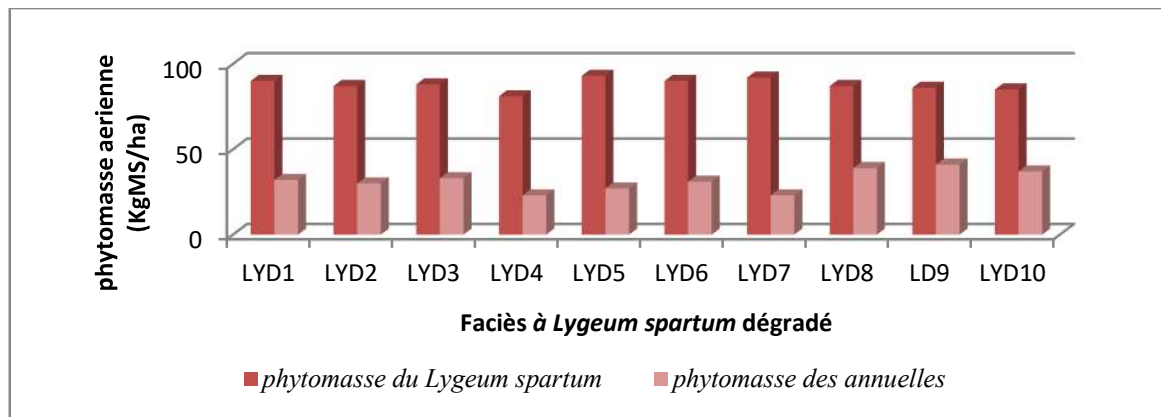


Fig. 9. Biomasse brute des faciès à *Lygeum spartum* dégradés.

La phytomasse moyenne de *Lygeum* est de 85 kg MS/ha et de seulement 31 Kg MS/ha pour les annuelles soit une régression importante par rapport au faciès bien venant de l'ordre de 80% *Lygeum* et 80% pour les annuelles (Figure 9).

CONCLUSION

La phytomasse aérienne des espèces steppiques est l'expression par excellence de son état en vigueur. La régression des formations steppiques est une réalité. Les résultats obtenus confirment la régression importante de la phytomasse aérienne des formations steppiques, non soumises à protection, avec toutes les conséquences écologiques et socioéconomiques qui en découlent. La phytomasse aérienne dans les trois formations étudiées a connu une diminution significative. Comparativement la rétrogradation entre les formations bien venantes et les dégradées est de l'ordre de 82% en moyenne dans les différents faciès. Nous avons noté une déperdition spécifique et de nombreuses espèces sont éteintes et/ou menacées de disparaître. Ce recul est un indicateur permettant d'alerter sur la prédisposition de ces écosystèmes à l'ensablement à cause de la faible couverture du sol.

Malgré les différentes solutions prises par les décideurs, la dynamique régressive ne cesse de s'accroître. Les espèces fourragères sont menacées par une disparition même si quelques tentatives de conservation et de préservation sont mises en place par les autorités locales voir nationales. L'impact est tellement important que le rééquilibrage reste difficile à atteindre. Dans son analyse en utilisant le SWOT [24] dégage

les menaces qui pèsent sur les écosystèmes steppiques et qui sont : le changement climatique et la grande dépendance de l'élevage aux parcours malgré le faible apport en valeur fourragère.

Devant l'amplification de la régression des écosystèmes steppiques et vu le recul continue il sera plus judicieux de penser à la création d'une banque de graines d'une part et faire appel à la biotechnologie végétale dans le but de valoriser le clonage des espèces steppiques phares d'autres part. Nous pensons que cette approche permettra la stabilité des formations et le retour à un équilibre écologique.

Références

- [1] D. Nedjraoui, Les ressources pastorales en Algérie. Doc FAO (2002) (en ligne : www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/Algeria/Algerie.htm).
- [2] K. Benabdeli, A. Benguerai et H. Yerou, L'utilisation de l'espace steppique comme terrain de parcours entre identification, potentialités, utilisation et contraintes socio-écologiques en Algérie. Revue de l'écologie-environnement n°04-novembre (2008) 54-67
- [3] L. Trabut. Etude sur l'alfa. Jourdan, (1889) Alger, 90 p
- [4] CNTS (Centre National de Télédétection Spatiale, Arzew). Inventaire des nappes alfatières des wilayates. Rapp CNTS, (1989), 15 p.
- [5] CRBT (Centre de Recherche sur les Ressources Biologiques Terrestres), Rapport phytoécologique et pastorales sur les Hautes Plaines steppiques de la Wilaya de Saida CRBT, Alg.er, (1978) 256 p.
- [6] S. Djebaili, Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas Saharien. OPU. Alger, (1984) 177 p.
- [7] A. Aidoud, and J. Touffet, Regression of Alfa (*Stipa tenacissima* L.), Perennial Grass, an Indicator of Desertification the Algerian Steppe. Sécheresse, 7, (1996) 187-193.
- [8] K. Benabdeli, Évaluation de l'impact des nouveaux modes d'élevage sur l'espace et l'environnement Steppique Commune de Ras El Ma (Sidi Bel Abbes-Algérie) Options Méditerranéennes, Sér. A /n°39, (2000) 130-141.
- [9] H. Kadi-Hanifi, Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie. Sécheresse, 14, (2003) 169-179.
- [10] M. Bouazza, N. Benabadji, R. Loisel, & G. Metge, Evolution de la végétation steppique dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie). Ecologia Mediterranea, 30, (2004) 219-31.
- [11] DGF. (Direction Générale des Forêts), Rapport national de l'Algérie sur la mise en œuvre de la Convention de lutte contre la Désertification. Alger, (2004). <http://www.unccd.int/cop/reports/africa/national/2004/algeria-fre.pdf>
- [12] D. Nedjraoui et S. Bedrani, La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte », Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 8 Numéro 1 (2008) : <http://vertigo.revues.org/5375> ; DOI : 10.4000/vertigo.5375
- [13] O. Hasnaoui , H. Meziane , A. H. Borsali, M. Bouazza, Evaluation of Characteristics Floristico-Edaphic of the Steppes at Alfa (*Stipa tenacissima* L.) in the Saida Region (Western Algeria) Open Journal of Ecology, 4, (2014), 883-891 ; <http://dx.doi.org/10.4236/oje.2014.414074>
- [14] A. Moulay, K. Benabdeli et A. Morsli, Contribution à l'identification des principaux facteurs de dégradation des steppes à *Stipa tenacissima* du sud-ouest Algérien, Mediterranea: Serie de Estudios Biológicos, N°. 22, (2011) 149-188
- [15] M. Henni, Spatio-Temporal Evolution of Vegetation and Soil in *Atriplex canescens* and Role of the Species in Improving Feed Provides Degraded Steppe Rangelands of the Wilaya of Saida (Western Algeria). Ph.D. Thesis, Djillali Liabes University of Sidi Bel-Abbes, Algeria. (2014)
- [16] K. Cherifi, A. Bouker, M. Benabbou, D. Guemour et O. Hasnaoui ; Influence du pâturage sur la phytodiversité et la variation de la composition chimique de cinq plantes broutées dans le mont de Tessala (Algérie nord occidentale) Acta Botanica Malacitana 46 (2021). 31-44 ; <http://doi.org/10.24310/abm.v46i.11929>
- [17] Moulay A., 2013.contribution à l'étude de la régénération naturelle et artificielle de *Stipa tenacissima* L. dans la région steppique occidentale (Algérie). Thèse doctorat, Inst Biologie, Univ. Mascara, 172p.

- [18] APC Ain Skhouna
- [19] K, Benabdeli, Impact socio-économique et écolo-gique de la privatisation des terres sur la gestion des espaces et la conduite des troupeaux : cas de la com-mune de Télagh (Algérie). Options méditerranéennes n°32 : (1996) 185-194.
- [20] Gounot, M. (1969). Méthodes d'études quantitatives de la végétation. Éditions Masson et Cie. Paris. 314 p
- [21] A. Aidoud et D. Nedjraoui, The steppes of alfa (*Stipa tenacissima* L) and their utilisation by sheeps. In Plant animal ineractions in mediterranean-type ecosystems.MEDECOS VI, Grèce. (1992) 62-67
- [22] A. Aidoud, Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés. Thèse Doct., Univ. Sci. Technol. H. Boumediene (1989), Alger.
- [23] A. Aidoud, La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. Sécheresse, 7, (1996) 87-93.
- [24] A.T. Youcefi : Approche intégrée en vue de l'aménagement agro-pastoral et de la gestion durable de l'espace steppique. Étude de cas de la wilaya de Naâma ; Thèse doct. LMD Centre Universitaire de Naama (Algérie) (2024) ; 222 p.