



La revue francophone sur les fourrages et les prairies

The French Journal on Grasslands and Forages

Cet article de la revue **Fourrages**,
est édité par l'Association Francophone pour les Prairies et les
Fourrages

Pour toute recherche dans la base de données
et pour vous abonner :

www.afpf-asso.fr



AFPF - Maison Nationale des Eleveurs - 149 rue de Bercy - 75595 Paris Cedex 12
Tel. : +33.(0)1.40.04.52.00 - Mail : contact@afpf-asso.fr

Association Francophone pour les Prairies et les Fourrages

Effet des fréquences de fauche sur la morphologie et la production de biomasse de populations naturelles de *Sulla coronaria* (L.) en région montagneuse du nord-est de l'Algérie.

I. Achichi¹; A. Slimani¹; A.N. Ghamri¹; M.F. Semmar²

Il est essentiel d'approfondir la recherche et l'interprétation de la signification physiologique, morphologique et écologique des réponses adaptatives des populations de *sulla* soumises à différents stress typiques de nos environnements pour une meilleure conduite.

RESUME

L'effet de la fréquence de fauche sur le comportement général (la morphologie) et agronomique (la production en biomasse) de *Sulla coronaria* a été étudiée dans le but de contribuer à l'amélioration de la gestion d'une prairie à *sulla* en vue d'assurer une disponibilité fourragère permanente en quantité et en qualité. À cet effet, un ensemble de traits fonctionnels ont été évalués au cours de la période printemps/été dans deux prairies naturelles en région montagneuse accidentée pour caractériser le comportement adaptatif des populations naturelles.

Les résultats obtenus ont permis de déceler une large capacité de régénération et d'adaptation du *Sulla* aux fauches et à un environnement contraignant. Cette adaptation se caractérise par une stature basse (hauteur inférieure à 30 cm), une surface foliaire réduite (250 cm²/plante). Ainsi que, des rendements annuels en biomasse verte et sèche encourageants de 46 et 14 t/ha/an respectivement ont été obtenus.

SUMMARY

Effect of mowing frequencies on morphology and biomass production of natural populations of *Sulla coronaria* (L.) in the mountainous region of northeast Algeria.

The effect of mowing frequency on the general and agronomic behavior (morphology and biomass production) of *Sulla coronaria* was studied in order to contribute to the improvement of the management of a *sulla* grassland to ensure permanent forage availability in quantity and quality. To do this, a set of functional traits were evaluated during the spring/summer period in two natural grasslands in a rugged mountainous region to characterize the adaptive behavior of natural populations.

The results obtained revealed a large capacity of regeneration and adaptation of *Sulla* to mowing and to a constraining environment. This adaptation is characterized by a low stature (height less than 30 cm), a reduced leaf area (250 cm²/plant). Encouraging annual yields of green and dry biomass of 46 and 14 t/ha/year respectively were obtained.

La faible disponibilité d'aliments, particulièrement en saison sèche, affecte négativement l'état de santé des animaux et leurs productions (Mebirouk-Boudechiche *et al.*, 2015) ; les parcours, les pâturages et les jachères occupent une grande place et jouent, avec les sous-produits de la céréaliculture, un rôle important dans l'alimentation des cheptels (Abdelguerfi *et al.*, 2000).

L'intégration des fabacées dans les systèmes de production algériens peut permettre de pallier ce déficit alimentaire chronique (Mebarkia et Abdelguerfi, 2007). Le *sulla* est une ressource phylogénétique performante pour la production de fourrage et pour la valorisation des terres perturbées (Flores *et al.*, 1997 ; Ben Jeddi, 2005).

De plus, elle protège les sols contre l'érosion (Abdelguerfi-Berrakia *et al.*, 1991; Slim et Ben Jeddi,

AUTEURS

1 : Université Chadli Bendjedid, Département d'Agronomie, BP 73, El-Tarf 36000 (Algérie). imene_hachichi@yahoo.fr

2 : Laboratoire de Biodiversité et Pollution des Ecosystèmes, Université Chadli Bendjedid El-Tarf (Algérie)

MOTS-CLES : *Sulla coronaria*, gestion, fauche, comportement, adaptation, traits biologiques, rendement.

KEY-WORDS: *Sulla coronaria*, management, successive mows, behavior, adaptation, biological traits, yield.

REFERENCE DE L'ARTICLE : Achichi I., Slimani A., Ghamri A.N., Semmar M.F., (2021). « Effet des fréquences de fauche sur la morphologie et la production de biomasse de populations naturelles de *Sulla coronaria* (L.) en région montagneuse du nord-est de l'Algérie. ». *Fourrages* 248, 57-62

2011) et contribue à leur richesse en azote organique (Ben Jeddi, 2005).

Le *sulla* est commune des régions bien arrosées du Tell, et très répandue dans le nord-est algérien. Elle pousse à des altitudes variables et sur des sols de texture fine à argileuse. Elle est considérée comme une culture protectrice et conservatrice des sols montagneux de pente entre 4 et 12 % (Slim et Ben Jeddi, 2011). *Sulla* a également, un excellent potentiel d'adaptabilité à des environnements marginaux, ainsi qu'une résistance marquée à la sécheresse (Borreani et al., 2003 ; Annichia-Rico et al., 2008 ; Moussaouali et Hamdi Aïssa, 2017).

Sulla a fait l'objet de plusieurs études, aussi bien à l'échelle nationale qu'internationale, portant essentiellement sur l'étude de sa reproduction, l'analyse de sa variabilité phénotypique (Abdelguerfi-Berrechia, 1985 ; Issolah et Khalfallah, 2007 et 2010 ; Gaad et al., 2012; Ruisi et al., 2011), l'analyse enzymatique (Trifi-Farah et al., 1989) sa valeur alimentaire (Chaker-Houd et al., 2017) ainsi que l'évaluation de leur comportement adaptatif dans une nouvelle zone d'introduction (Moussaouali et Hamdi Aïssa, 2017). Cependant, très peu d'études se sont intéressées à l'évaluation et au contrôle de leur dynamique en fonction du mode d'exploitation.

L'objectif de ce travail consiste à évaluer l'effet de fauches fréquentes et répétées sur la morphologie et la production de biomasse des populations naturelles de *Sulla coronaria* L. en région montagneuse érodée, ainsi que d'évaluer la capacité d'adaptation et de repousse de l'espèce. L'étude porte sur des prairies du nord-est de l'Algérie, où un rythme de gestion adapté a pu être défini.

1. Matériel et méthodes

1.1. Présentation et localisation de la zone d'étude

La présente étude a été réalisée dans la zone d'Ain-Kerma, wilaya (département) d'El-Tarf, qui se situe à l'extrême nord-est de l'Algérie, au cours de l'année 2017 (période printemps/été) (Figure 1).

Située à une altitude d'environ 643 m et localisée entre 8°11'4"E de longitude et 36°35' 38"N de latitude, cette zone jouit d'un climat méditerranéen avec des étés chauds et secs et des hivers doux et humides. Elle reçoit entre 800 et 1200 mm de pluie par an. Les températures varient en moyenne entre 12°C et 26°C, avec un maximum de 32,5°C durant le mois d'août le plus chaud de l'année (Office National de la Météorologie de l'Algérie, 2017).

Deux sites en gradient altitude/pente l'un en amont et l'autre en aval sont pris comme modèle représentatif de la région. Il s'agit de prairies naturelles permanentes de fauches sans apport d'engrais ni de

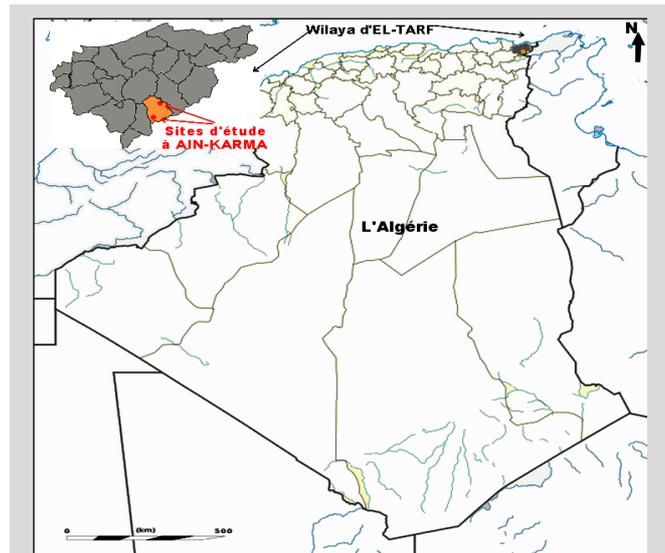


FIGURE 1 : Localisation géographique de la zone d'étude
Figure 1: Geographical situation of the study area

produits phytosanitaires. Le sol du site n°1 est de texture limono-argileuse à 18 % de pente, tandis que, le sol du site n°2 est argileux avec une pente de 10 %.

Le choix des sites d'expérimentation a tenu compte de l'abondance de l'espèce *Sulla*. Là où l'espèce est abondamment présente, elle se présente en touffes plus ou moins étendues sur les versants et sur les petites plaines alluvionnaires.

1.2. Conduite de l'essai et paramètres mesurés

Durant la période printemps/été de l'année 2017, six micro-parcelles de 6 m² (3m x 2m) sont délimitées dans chaque site retenu. Ces parcelles sont entourées d'un grillage sur une hauteur de 1,5 m pour empêcher tout accès. Un rythme de quatre fauches sur la période printemps/été est adopté. La première coupe a été réalisée au stade bourgeonnement du *Sulla*. Puis les repousses sont récoltées tous les 40 jours (soit le 7 mars, le 19 avril, le 30 mai et le 13 juillet).

Dans les deux sites, un ensemble de traits biologiques et morphologiques (traits fonctionnels) pertinents a été relevé pour évaluer l'effet de la fauche sur la performance (croissance, production de biomasse) du *Sulla*, ainsi que pour estimer sa capacité d'installation, de repousse et d'adaptation. Les paramètres retenus pour ce travail sont : le taux de couverture ou densité, la hauteur de la végétation, la biomasse fourragère verte et sèche, la surface foliaire et le taux de matière sèche.

Le nombre de mesures prises est de 16 par parcelle, les plantes sont choisies de manière aléatoire et les caractères relevés juste avant chaque coupe (1 à 2 jours avant).

Sites	S1				S2				LSD		
	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	Sites	Fauches	S*F
D/m	93,7± 5,57a	43,7± 11,1ef	36,2± 4,8f	34,8± 3,2f	64,5± 8,5bc	72,2± 6,6b	58,8± 7,2cd	51,7± 4,5de	0,000	0,005	0,000
H (cm)	87,8± 11,2a	30,3± 7,5c	26,9± 8,7c	24,4± 7c	71,8± 12,9b	28,6± 5,2b	27,5± 6,8c	26± 5,4c	0,000	0,000	0,012 (S)
SF	1248± 94,2a	361,1± 134,5bc	220,6± 113,5cd	216± 105,6d	1387,1± 139a	444,6± 173b	293± 136,6cd	246,6± 133,1cd	0,000	0,001	0,42 (N.S)
RMV (t/ha)	18,1± 1,3a	9,1± 1,9bc	8,9± 1,4bc	5,6± 1,9c	21,3± 2a	10,1± 0,7b	10± 1,1b	8,9± 0,9bc	0,000	0,001	0,3 (N.S.)
RMS (t/ha)	4,5± 0,2b	2,9± 0,6cd	2,7± 0,4cd	1,9± 0,6d	5,8± 0,5a	3,3± 0,3c	3,4± 0,3c	3± 0,3c	0,000	0,000	0,206 (N.S)
TMS (%)	24,9± 0,8d	32± 0,5ab	30,5± 1,5b	33,2± 0,7a	27,1± 0,8c	32,7± 0,7a	33,2± 0,7a	33,5± 0,2a	0,000	0,000	0,02 (S)

TABLEAU 1 : Synthèse des résultats d'analyse de la variance et du test de Tukey de comparaison de moyennes d'effet de fauches successives sur l'expression des caractères agromorphologiques de *Sulla* dans les deux prairies

Table 1: Summary of the results of analysis of variance and Tukey's test of comparison of the effect means of successive mowing on the expression of the agromorphological characters of *Sulla* in the two grasslands

La hauteur (H) est la distance entre la limite supérieure du tissu photosynthétique principal de la plante et le niveau du sol (Cornelissen *et al.*, 2003 ; Perez-Harguindeguy *et al.*, 2013). Elle a été mesurée avec un mètre ruban gradué en cm.

La surface foliaire (SF) cumulée pour l'ensemble des feuilles constituant une seule plante est estimée en cm²/plante et déterminée en utilisant le logiciel «Mesurim_pro» à partir d'une image numérisée où la surface à mesurer doit avoir une couleur qui tranche avec celle du fond. Pour avoir la surface réelle, il faut qu'une échelle soit définie au préalable.

La densité de peuplement (D/m²) est égale au nombre de plantes par m². Afin de déterminer ce trait, les plantes de *sulla* sont dénombrées à l'intérieur des quadrats de 1 m² posés aléatoirement sur la couverture végétale de chaque parcelle.

Des échantillons de fourrage sont prélevés à chaque récolte pour l'évaluation de la biomasse. À cet effet, 4 parcelles sont choisies au hasard et la coupe est faite à la hauteur de 5 cm du sol sur une aire utile de 2,5 m² délimitée au centre de chaque micro-parcelle par une table de fauche métallique. Les échantillons récoltés sont aussitôt pesés à l'aide d'une balance électronique de précision, pour la détermination de la **biomasse fraîche**. Des échantillons de 500 g de fourrage sont prélevés sur chacune des 4 parcelles puis séchés à 60°C dans une étuve ventilée jusqu'à un poids constant à partir duquel la **biomasse sèche** est calculée ainsi que le rendement (t MS/ha). Le **taux de matière sèche** est calculé également.

1.3. Analyses statistiques

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse de variance (ANOVA) à deux facteurs de classification (fauche, site), selon la procédure du modèle linéaire général (GLM) du logiciel Minitab version 16, pour chaque paramètre étudié. Le test de Tukey est utilisé pour la comparaison multiple des moyennes au seuil de 5 %.

2. Résultats

Le tableau 1 rapporte les résultats de l'ensemble des paramètres pour les deux sites. Les résultats de l'analyse de variance au seuil de 5 % des paramètres étudiés révèlent des différences hautement significatives entre les populations de *sulla* des deux sites et sous l'effet des fauches successives. Les populations de *sulla* du site 2 affichent des résultats plus favorables à la croissance et à la production de biomasse du *sulla*.

2.1. La densité de plantes (nombre d'individus)

Les densités moyennes des plantes varient considérablement en fonction des conditions pédologiques des deux sites et de la fréquence de fauche. Des valeurs importantes ont été enregistrées dans les sols lourds du site n°2 où une diminution de 9 % est enregistrée après les coupes successives. Cependant, la densité moyenne la plus importante est enregistrée en première fauche sur le site 1 (93,7 plantes/m²) et la plus faible est enregistrée dans le même site en quatrième fauche où elle a diminuée de 59 % (34,8 plantes/m²). Nos résultats concordent en partie avec ceux obtenus par Slim *et al.*, en 2012 qui signalent une diminution de 11 à 13 % dans trois prairies et après 4 fauches.

2.2. La hauteur de la plante

Ce caractère permet d'estimer la quantité du fourrage produit, il indique aussi la vitesse de croissance dans le temps entre les coupes. Des valeurs importantes sont observées dans les deux sites à la première coupe (87,8 et 71,8 cm). Après une série de coupes successives, les valeurs se situent entre 24,7 et 26 cm soit une diminution de 64 % et 73 % respectivement pour les sites 1 et 2. Une diminution de 22 à 49 % avait été relevé par Slim *et al.*, en 2012 après des coupes successives.

Le sol lourd du site 2 semble plus favorable pour la croissance en hauteur après une défoliation fréquente. Cela se traduit également par une forme d'adaptation à la défoliation successive par l'adoption d'une stature prostrée pour éviter cette perturbation (stratégie adaptative).

2.3. La surface foliaire (SF)

D'une manière générale, les résultats de la surface d'interception lumineuse et nutritionnelle des deux sites présentent une allure similaire depuis la première fauche jusqu'à la quatrième fauche. La fauche a provoqué une diminution importante de la SF dès la deuxième fauche (70 %). Elle a significativement diminuée de 82 % après les coupes successives. Cependant, le site 2 semble offrir les meilleures conditions pour l'activité photosynthétique et donc la croissance et le développement foliaire malgré la défoliation fréquente. Ces variations de SF peuvent être attribuées à un fonctionnement adaptatif en réponse aux fauches successives (maintien d'une surface foliaire réduite).

2.4. Le rendement en biomasse verte

Les rendements moyens en vert des 4 coupes de *Sulla* exploitée (par fauche) sont compris entre 10,5 pour le site 1 et 12,6 t/ha pour le site 2.

En revanche, la biomasse accumulée détermine la fréquence de coupe et donc le temps de récolte. Les biomasses fourragères vertes accumulées sont comprises entre 41,7 et 50,3 t/ha/an respectivement sur les sites 1 et 2. Cependant, plus de 83 % du rendement en vert dans les deux sites est obtenu après trois fauches et plus de 42 % est en première fauche.

2.5. Le rendement en biomasse sèche

Les rendements moyens en sec des 4 coupes de *Sulla* exploitée (par fauche) sont compris entre 3 pour le site 1 et 4 t MS/ha pour le site 2. Des rendements similaires qui sont compris entre 0,9 et 5,5 t MS/ha ont été rapportés par Slim *et al.*, en 2012 en Tunisie. Les biomasses fourragères sèches cumulées obtenues sont comprises entre 12 et 15,5 t MS/ha/an sur les sites 1 et 2. Cependant, 80 % du rendement en matière sèche dans les deux sites est obtenu après trois fauches et plus de 37 % est en première fauche.

Rys *et al.*, en 1988 en Nouvelle-Zélande mentionnent un rendement annuel de *sulla* de 18,58 t MS/ha pour une défoliation fréquente à une hauteur de coupe de 3 à 5 cm. Eusebi *et al.*, (2003) ont enregistré une production annuelle de *sulla* de 12,9 t MS/ha en trois coupes/an. En revanche, pour un pâturage intensif de la même espèce, des rendements variant entre 12 et 20 t MS/ha/an ont été enregistrés par Krishna en 1993. La production de biomasse sèche est donc influencée, outre les conditions environnementales, par le cycle de la plante, le mode de

conduite adoptée et la variété utilisée (Borreani *et al.*, 2000 ; Sulas *et al.*, 2000).

2.6. Le taux de matière sèche (en % de la matière verte)

Les taux de MS du *sulla* varient considérablement entre les sites en fonction des fauches. Les taux les plus faibles ont été enregistrés en première fauche soit 25 pour le site 1 et 27 % pour le site 2. Les taux les plus élevés sont observés dans le site 2 dès la deuxième fauche avec 33 %. On peut constater que la fauche favorise ce paramètre dans les deux sites.

3. Discussion

La défoliation sévère de la légumineuse fourragère *Sulla* affecte la surface foliaire (d'interception lumineuse) et, par conséquent, la repousse et le rendement de la biomasse.

Le déclin de la densité et la diminution du rendement de la biomasse de *sulla* après une défoliation sévère ont déjà été rapportés par plusieurs auteurs (Corleto *et al.*, 1994 ; Sulas *et al.*, 2000 ; Delgado, 2006). De même, *Sulla* s'est comporté de la même manière que les autres légumineuses fourragères pérennes tels que les luzernes, l'astragale pois chiche et les trèfles (Rys *et al.*, 1988 ; Hay et Ryan, 1989 ; Smith *et al.*, 1989). Entre autres, dans notre étude dans le site 2 à texture lourde et faible pente une réduction faible de la densité a été observée.

En revanche, la capacité de repousse et de persistance après une défoliation est influencée par certains facteurs dont le plus important la surface d'interception lumineuse restante. Dans notre étude, la surface d'interception lumineuse est considérablement réduite dès la deuxième fauche à 70 %. Cela induit un manque de produits d'assimilation, ce qui oblige les plants à mobiliser les réserves de la racine et avec la sévérité de défoliation, les réserves des racines sont épuisées et la repousse est altérée (Smith *et al.*, 1989; Kim *et al.*, 1993). De plus la repousse dépend de la taille et la morphologie des plantes qui peuvent différer au sein de l'espèce (Smallfield, 1982 ; Eusebi *et al.*, 2003). Si un facteur déterminant les performances générales de l'installation est réduit, la repousse serait plus lente ou impossible. (Rys *et al.*, 1988; Forde *et al.*, 1989; Forde et Lorenzo, 2001). Dans notre cas, le relief est caractérisé par une prédominance de terres en pente, et fragile associé dans certaines situations à des précipitations abondantes (1500 mm/an), et l'inadaptation des systèmes de culture. Toutes ces contraintes interagissent pour provoquer des fluctuations de rendements (Ben Salem, 2002).

La production annuelle en matière sèche de *sulla* varie de 12 à 15 t/ha. Elle est comparable à ceux obtenus par Maiorana *et al.*, (2001) en Italie avec 15,84 t/ha et Zoghلامي *et al.*, (1994) en Tunisie avec 11,68

t/ha, et même de celle de Eusebi *et al.*, (2003) avec 12,9 t/h. Par contre, des rendements plus importants de 18,5 t/ha ont été enregistrés par Rys *et al.*, en 1988. Ainsi, les résultats obtenus sur nos sites sont similaires à ceux obtenus dans d'autres pays du bassin méditerranéen. En revanche, dans le cas d'un pâturage intensif, Krishna (1993) a enregistré des rendements proches de nos résultats (10 à 20 t/ha). Généralement, l'accumulation de matière sèche dans les fourrages provient d'interactions complexes entre les attributs génétiques et environnementaux, et leur influence sur les processus physiologiques détermine la productivité. Ainsi que, la production de matière fraîche et sèche a été favorisée par une plus grande émission de nouvelles tiges et feuilles (Lapeyronie, 1982 ; Rys *et al.*, 1988 ; Da Silva et Pedreira, 1997).

De même, la persistance du *sulla* est assurée par la naissance de nouvelles pousses à partir des graines dures en dormances conservées dans le sol (Ben Jeddi, 2005). La présence de graines dures est un critère recherché en conditions climatiques sud méditerranéenne. L'irrégularité ainsi que la faible quantité de pluies favorisent alors une distribution de la germination progressive et étalée dans l'espace et dans le temps (Eira et Caldas, 2000). Ceci représente un mécanisme d'adaptation à la survie des espèces durant de longues périodes de sécheresse (Davis *et al.*, 1995).

Cette première expérience est menée dans des conditions naturelles, elle relate effectivement les conditions réelles d'exploitation de ce fourrage dans cette région du pays, avec ses avantages et ses inconvénients. Les inconvénients sont, par exemple, les dégâts causés par des ravageurs sur la végétation et l'érosion hydrique des sols qui entraînent par endroits la végétation et le substrat. L'avantage d'étudier la plante *Sulla* dans son environnement agroécologique, à travers les différentes notations réalisées, c'est le discernement des aptitudes d'adaptations que la plante a acquis face à son environnement. Lombardi *et al.*, (2000) concluent que *Sulla* a fourni des informations intéressantes sur la plasticité de cette espèce, car durant les bonnes années, elle fournit un fourrage abondant et de bonne qualité, alors qu'en année moins favorable, elle donne une production de semences qui compense la perte de rendement en fourrage. Chaabena et Abdelguerfi, (2001) rapportent aussi qu'un nombre de coupes par année varie selon le matériel végétal. C'est le cas pour *Sulla* dans notre étude, dont on a pu montrer des résultats de performances des aptitudes d'adaptation au mode d'exploitation par fauche, avec des rendements promoteurs et encourageant dans des conditions climatiques avec des précipitations abondantes et des risques d'érosion édaphique.

Conclusion

Ce travail a permis d'évaluer les effets de la fauche sévère sur *sulla*, en se penchant plus particulièrement sur la morphologie et la production de biomasse. L'étude

de ces caractères est très importante car elle permet de mieux comprendre le fonctionnement de cette espèce et son comportement vis-à-vis d'un système d'exploitation dans son habitat naturel contraignant. La fauche fréquente sévère avait un effet négatif sur la capacité de repousse et sur la surface d'interception lumineuse. La production est généralement réduite par une défoliation fréquente. Cependant, *sulla* a fourni un rendement en biomasse sèche intéressant (12 à 15,5 t MS/ha) à la saison printemps/été. Cela révèle une bonne aptitude d'adaptation de *sulla* aux conditions extrêmes et à un mode d'exploitation. En revanche, l'optimisation de la production est difficile à atteindre à des intensités ou des fréquences de défoliations importantes. De manière convergente, plusieurs résultats prédisent une compensation maximale de la croissance pour des niveaux de perturbation relativement faible. Il serait intéressant d'évaluer les réponses de *sulla* sous l'effet du pâturage pour juger le mode de valorisation le plus adapté dans les conditions de l'étude.

Enfin, cette légumineuse représente à la fois une opportunité et un challenge pour améliorer la production d'herbe, et préserver les sols de la région.

Article accepté pour publication le 27 avril 2021

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdelguerfi A., Laouar M., Tazi M., Bounejmate M., Gaddes N.E., (2000). «Présent et futur des pâturages et des légumineuses fourragères en région méditerranéenne. Cas du nord de l'Afrique et de l'ouest de l'Asie», *Options Médit.*, 45, 461-467.
- Abdelguerfi-Berrakia R., (1985). « Contribution à l'étude du genre *Hedysarum* en Algérie ». *Thèse magister*, INA, El-Harrach, Alger, 131 P.
- Abdelguerfi-Berrakia R., Abdelguerfi A., Bounaga N., Guittonneau G.G., (1991). «Répartition des espèces spontanées du genre *Hedysarum* selon certains facteurs du milieu en Algérie». *Fourrages*, 126, 187-207.
- Annichiarico P., Abdelguerfi A., Benyounes M., Bouzerzour H., Carroni A.M., (2008). «Adaptation of *sulla* cultivars to contrasting Mediterranean environments». *Aust. J. Agric. Res.*, 59:702-706.
- Ben Jeddi F., (2005). «*Hedysarum coronarium* (L.) Variation génétique, création variétale et place dans les rotations tunisiennes». *Thèse de doctorat en sciences biologiques appliquées*, Faculté des sciences en bio-ingénierie, Université de Gent. Belgique, 232 P.
- Ben Salem F., (2002). « Identification d'une Stratégie d'Amélioration et d'Intensification des Systèmes d'Élevage et Exploitation des Parcours dans la zone du Projet GCP/TUN/028/ITA ». *Rapport de consultation*. Projet GCP/TUN/028/ITA. 49 P.
- Borreani G., Cavallarin L., Peiretti P.G., Re G.A., Roggero P.P., Sargenti P., Sulas L., Tabacco E., (2000). «Quantifying morphological stage to improve crop management and enhance yield and quality of *Sulla* and lucerne». *Cahiers Options Méditerranéennes*, CIHEAM, 45, 195-198.
- Borreani G., Roggero P.P., Sulas L., Valente M.E., (2003). «Quantifying morphological stage to predict the nutritive value in *sulla* (*Hedysarum coronarium* L.) ». *Agron. J.*, 95: 1608-1617.
- Chaabena A., Abdelguerfi A., (2001). «Situation de la luzerne pérenne dans le Sahara et comportement de quelques populations locales et variétés introduites dans le sud-est du Sahara algérien». *Options Méditerranéennes Série A. Séminaire*, 45: 57-60.
- Chaker-Houd K., Mebirouk-Boudechiche L., Maatallah S., El-hamza T., (2017). « Valeur alimentaire des populations naturelles de *Sulla coronaria* L. du nord-est de l'Algérie ». *Fourrages*, 232, 347-352.

- Corleto A., Cazzato E., Ventricelli P., (1994). «The effect of cutting management systems on survival, dry matter yield, and protein content in alfalfa (*Medicago sativa*). Culture, exploitation et sélection de la luzerne pérenne pour différentes utilisations». Lusignan (France), 4-8 septembre 1994. *Publication FAO-REUR Technical Series*, 36: 93-98.
- Cornelissen J. H. C., Lavorel S., Garnier E., Diaz S., Buchmann N., Gurvich D. E., Reich P., Ter Steege H., Morgan H. D., Van Der Heijden M. G. A., Pausas J. G., Poorter H., (2003). « A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide». *Australian Journal of Botany*, 51: 335-380.
- Da Silva S.C., Pedreira C.G.S., (1997). «Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem», In: *Simpósio sobre Ecossistemas de Pastagens*, 3., Jaboticabal. Anais. FCAVJ/UNESP. Jaboticabal-SP-Brasil.
- Davis T.D., Sankhla D., Sankhla N., (1995). « Promotion of in vitro shoot formation from excised roots of silk tree (*Albizia julibrissin*) by an oxime ether derivative and other ethylene inhibitors». *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 15:115-118.
- Delgado L., (1989). « Estudio de la variabilidad de las mielgas aragonesas (*Medicago sativa* L.) en áreas de precipitación anual inferior a 600 mm». *Tesis Doctoral*, Universidad Politécnica de Madrid, ETS de Ingenieros Agrónomos, 180 P.
- Eira M.T.S., Caldas L.S., (2000). « Seed dormancy and germination as concurrent processes ». *Brasilian Journal of Plant Physiology*, 12, 85-103.
- Eusebi L., Seddaiu G., Roggero P.P., (2003). « Effetti dell'intensità di utilizzazione sulla produzione foraggera esult'azotofissazione della sulla ». *Rivista di agronomia*, Vol. 37 (1) :145-152.
- Flores F., Gutierrez J.C., Lopez J., Moreno M.T., Cubero J.I., (1997). «Multivariate analysis approach to evaluate a germplasm collection of *Hedysarum coronarium* L. ». *Genet Resour Crop Evol*, 44:545-555.
- Forde M.B., Hay M.J.M., Brock J.L., (1989). «Development and Growth Characteristics of Temperate Perennial Legumes». *Chapter in Persistence of Forage Legumes*, persistence of forage legumes.c7.
- Forde B.G., Lorenzo H., (2001). «The nutritional control of root development», *Plant and Soil*, 232: 51-68.
- Gaad D., Issolah R., Yahiaoui S., (2012). « Variation phénologique et biométrique chez plusieurs populations Algériennes de *Sulla coronaria* (L.) Medik. (Fabaceae) ». *Recherche Agronomique*, N° 25, INRAA: 41-60.
- Hay R. J. M., Ryan D. L., (1 989). « A review of 10 years' research with red clovers under grazing in South land ». *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 50: 181 - 187.
- Issolah R., Khalfallah N., (2007). «Analysis of the morpho-physiological variation within some Algerian populations of *Sulla* (*Hedysarum coronarium* L., Fabaceae) ». *J. Biol. Sci.*, 7:1082-1091.
- Issolah R., Khalfallah N., (2010). «Variation of the bloom and fruiting within fourteen Algerian populations of *Sulla*. 13th Meeting of the FAO-CIHEAM Sub-Network on Mediterranean pastures and fodder crops». Alicante (Spain). April 2010, *Options Méditerranéennes*, Série A : Mediterranean Seminars. Number 92: 135-138.
- Kim T.H., Ourry A., Oucaud J., Lemaire G., (1993). «Partitioning of nitrogen derived from N₂ fixation and reserves in nodulated *Medicago sativa* L. during regrowth», *J. Exp. Bot.* (44), 266, 555-562.
- Lapeyronie A., (1982). « Les productions fourragères méditerranéennes: généralités, caractères botaniques et biologiques ». (*Maisonneuve g. pet la rose*, eds.). Paris, France, 425 P.
- Lombardi P., Argenti G., Sabatini S., Pardini A., (2000). «Productive and ecophysiological characteristics of some varieties of *sulla* (*Hedysarum coronarium* L.) in a Mediterranean area of Tuscany». *Cahier Options Méditerranéennes*, CIHEAM vol 45 : 281-285.
- Maiorana M., Convertini G., Fornaro F., (2001). «Yield and quality of alfalfa as affected by water irrigation and phosphorus levels». *Options Méditerranéennes Série A. Séminaire n° 45*: 131-135.
- Mebarkia A., Abdelguerfi A., (2007). «Etude du potentiel agronomique de trois espèces de vesces (*Vicia* spp.) et variabilité dans la région semi-aride de Sétif (Algérie)». *Fourrages* 192, 495-506.
- Mebirouk-Boudechiche L., Cherif M., Abidi S., Bouzouraa I., (2015). «Composition chimique et facteurs antinutritionnels de quelques feuilles de ligneux fourragers des zones humides du nord-est de l'Algérie». *Fourrages* 224, 321-328.
- Moussaoui B., Hamdi Aïssa B., (2017). « Utilisation de traits fonctionnels pour caractériser l'adaptation de *Sulla coronaria* (L.) aux conditions agroécologiques du Sahara algérien en culture irriguée ». *Fourrages* 232, 341-345.
- Office National de la Météorologie (O.N.M), Algérie (2017). « Données climatiques de l'année 2017 de la zone : El-Tarf ».
- Perez-Harguindeguy N., Diaz S., Garnier E., Lavorel S., Poorter H., Jaureguiberry P., Bret-Harte M.S., Poorter L., Cornwell W.K., Craine J.M., Gurvich D.E., Urcelay., Veneklaas E.J., Reich P.B., Wright I.J., Ray P., Enrico L., Pausas J.G., De Vos A.C., Buchmann N., Funes G., Quetier F., Hodgson J.G., Thompson K., Morgan H.D., Tersteeg H., Van Der Heijden M.G.A., Sack L., Blonder B., Poschlod P., Vaieretti M.V., Conti G., Staver A.C., Aquino S., Cornelissen J.H.C., (2013). «New handbook for standardized measurement of plant functional traits worldwide», *Australian Journal of Botany* 61, 167-234.
- Krishna H., (1993). « *Sulla* (*Hedysarum coronarium* L.): an agronomic evaluation ». *Doctoral thesis*, Massey University, New Zealand, 270 P.
- Ruisi P., Siragusa M., Di Giorgio G., Graziano D., Amato G., Carimi F., Giambalvo D., (2011). «Pheno-morphological, agronomic and genetic diversity among natural populations of *Sulla* (*Hedysarum coronarium* L.) collected in Sicily, Italy », *Gen. Resour. Crop Evol*, 58 :245-57.
- Rys G. J., Smith N., Slay M.W., (1988). «Alternative forage species in Hawke's Bay ». *Proceedings of the Agronomy Society of New Zealand*, 18: 75-80.
- Slim S., Ben Jeddi F., Marouani A., Bouajila K., (2012). «Caractéristiques herbagères de la culture du sulla (*Hedysarum coronarium* L.) en régions montagneuses du Nord de la Tunisie ». *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol. 13 (3): 1831-1847.
- Slim S., Ben Jeddi F., (2011). « Protection des sols en zones montagneuses du Nord de la Tunisie par le sulla du nord *Hedysarum coronarium* L. ». *Sécheresse* 22: 117-124.
- Smallfield B.M., (1982). «Winter management of lucerne», In: R.B. Wynn-Williams (ed.), *Lucerne for the 80's*, *Agronomy Society Special Publication* No.1, 79-83.
- Smith S.R., Bouton J.H., Hoveland C.S., (1989). «Alfalfa persistence and regrowth potential under continuous grazing». *Agron. J.* 81, 960-965.
- Sulas L., Re G. A., Stangoni A. P., Ledda L., (2000). «Growing cycle of *Hedysarum coronarium* L. (*Sulla*): relationship between plant density, stem length, forage yield and phytomass partitioning». The 10th meeting of the Mediterranean sub-network of the FAO-CHEAM inter-regional cooperative research and development network and fodder crop, Sassari (Italy), du 4 au 9 Avril 2000, *Options Méditerranéennes*, Vol.45 : 147-151.
- Trifi-Farah N., Chatti W.S., Marrakchi M., Pernest J., (1989). «Analyse de la variabilité morphologique et enzymatique des formes cultivées et spontanées de *Hedysarum coronarium* L. en Tunisie », *EDP Sciences* 9 (6), 591-598.
- Zoghliani A., Seklani H., Ayari R., (1994). « Potentialities of the local population "Gabés" in semi-arid conditions ». Culture, Exploitation et Sélection de la Luzerne Pérenne pour Différentes Utilisations, Lusignan (France), 4-8 septembre 1994. *Publication FAO- REUR Technical Series* 36 : 218-221.