

Productivité herbacée des périmètres améliorés du Sahel marocain.

I - Effet des conditions stationnelles, climatiques et du rythme de coupe

R. Tellal¹, M. Qarro², M. Barbero³

Dans cette zone semi-aride, la gestion des périmètres d'amélioration sylvo-pastorale suppose de pouvoir évaluer les potentialités pastorales, notamment celles du couvert herbacé, en fonction des conditions climatiques et stationnelles. Ce qui pose des problèmes méthodologiques...

RÉSUMÉ

Deux méthodes de mesure de la production herbacée sont comparées. Pour obtenir une évaluation satisfaisante, 3 à 4 coupes répétées au même endroit pendant la période de végétation sont nécessaires. L'étude de la production herbacée en fonction des traitements, sous différentes conditions climatiques et stationnelles, met en évidence les facteurs prépondérants qui déterminent la variabilité de la production herbacée : les précipitations annuelles, la microtopographie et l'exposition qui en résulte, et la concurrence pour l'eau exercée par le ligneux bas *Chamaecytisus albidus*. Ces résultats permettent de contribuer à une meilleure exploitation de ces périmètres dans le cadre d'une gestion durable assurant la sauvegarde et la pérennité de ces milieux.

MOTS CLÉS

Chamaecytisus albidus, espèce ligneuse, facteur climat, facteur limitant, facteur milieu, gestion des parcours, Maroc, méthode d'estimation, pastoralisme, production fourragère, Sahel, zone méditerranéenne, zone semi-aride.

KEY-WORDS

Chamaecytisus albidus, climatic factor, environmental factor, estimation method, forage production, limiting factor, Mediterranean region, Morocco, pastoralism, range management, Sahel, semi-arid region, woody plant.

AUTEURS

1 : Université Chouaib Doukkali, Faculté des Sciences, BP 20, El Jadida (Maroc).

2 : Ecole Forestière des Ingénieurs, Salé (Maroc).

3 : Université Aix - Marseille III, Faculté Saint Jérôme (France).

Les périmètres améliorés sylvo-pastoraux désignent des espaces boisés, utilisés pour leurs ressources fourragères. Le plus souvent, ils sont l'objet de traitements sylvicoles orientés vers des objectifs de production ligneuse (JOFFRE *et al.*, 1991). Ces périmètres constituent la forme de gestion préférée dans le Sahel sud de Doukkala pour la restauration des sols et la valorisation des terres de parcours, actuellement sujets à la désertification suite à la forte pression anthropozogène. La surexploitation du couvert végétal du Sahel, conséquence de l'utilisation communautaire de l'espace et du système d'élevage dominant de type pastoral (MEKKAK, 1993), a entraîné un recul de la végétation climacique à base d'*Olea europaea*, *Pistacia lentiscus* et *Chamaerops humilis*, qui ne subsistent actuellement que sous forme de pieds isolés ou d'îlots dans certains cimetières ou marabouts (TELLAL, 1989). Actuellement, plus de 90% des parcours montrent une abondance d'affleurements rocheux (grès calcaire), conséquence de l'érosion éolienne, et une végétation réduite à l'état d'ermes (stade ultime de dégradation de la végétation en climat méditerranéen) dominés par des espèces annuelles.

Les périmètres améliorés occupent actuellement près des deux tiers de la superficie totale des parcours de la zone (BEN MERYEM, 1993). Leur impact socio-économique reste considérable. Ces parcours, de par leur double objectif (lutte contre l'érosion éolienne et offre fourragère assurée même en année sèche grâce à *Chamaecytisus albidus*), **contribuent d'une part à la restauration des sols et d'autre part au calendrier alimentaire du cheptel. Les recherches qui y sont conduites** concernant certains mécanismes de leur fonctionnement sont donc justifiées ; elles **visent surtout à déterminer une meilleure exploitation du tapis herbacé par les troupeaux dans le cadre d'une gestion durable assurant la sauvegarde et la pérennité du milieu.**

1. Présentation de l'étude

Le Sahel de Doukkala est une zone méditerranéenne semi-aride, littorale. **L'étude a porté sur quatre écosystèmes faisant partie des parcours améliorés** de la commune rurale de Tnine Gharbia (site pilote, à l'est d'Oualidia). Leur choix a été fait en fonction des principaux éléments de différenciation dans le Sahel : la topographie et l'exposition. Ces sites sont proches l'un de l'autre pour éviter l'influence d'autres facteurs sur la production herbacée que la position topographique et l'exposition. En voici les caractéristiques principales :

- **Sommets dunaires** : sol sableux squelettique (profondeur inférieure à 15 cm), affleurement rocheux (grès calcaire) sur 20% de la surface ; recouvrement de *Chamaecytisus albidus* : 50%.

- **Milieus interdunaires** : sol sableux généralement profond (plus de 30 cm), affleurement rocheux (grès calcaire) sur 5% de la surface ; recouvrement de *Chamaecytisus albidus* : 80%.

- **Versants à exposition ouest** : sol sableux moyennement profond (entre 15 et 30 cm), pente de 30%, affleurement rocheux sur 10% de la surface ; recouvrement de *Chamaecytisus albidus* : 50%.

- **Versants à exposition est** : sol sableux moyennement profond, pente de 30%, affleurement rocheux sur 40% de la surface ; recouvrement de *Chamaecytisus albidus* : 40%.

L'amélioration de ces périmètres, vieux de plus de 30 ans, a reposé sur un ligneux bas, *Chamaecytisus albidus*, espèce légumineuse fourragère endémique dont la valeur fourragère avoisine celle de la luzerne, en formations pures.

Une mise en défens a été pratiquée **au sein de chacun de ces quatre sites** en considérant séparément **une situation hors du couvert de *Chamaecytisus albidus* et une autre sous son couvert** (présence de feuillage à la verticale du tapis herbacé). Vingt placettes d'un mètre carré chacune ont été matérialisées pour chaque situation. **L'étude a eu pour objectifs** :

- la comparaison de **deux méthodes d'évaluation de la production herbacée** ;
- l'étude de **l'effet des conditions climatiques et stationnelles** sur la production herbacée ;
- l'étude de **l'influence de la strate ligneuse basse** sur la strate herbacée.

L'expérimentation a été conduite pendant deux années agricoles successives. L'une sèche (1992/1993), l'autre humide (1993/1994). Le protocole expérimental a été choisi de façon à permettre **l'évaluation de la production des divers milieux selon deux méthodes** :

- **Des coupes répétées au même endroit (C)** ; cinq types de traitements ont été appliqués selon le nombre annuel de coupes : une coupe (C1), 2 coupes (C2), 3 coupes (C3), 4 coupes (C4) et 5 coupes (C5). Le nombre de coupes relatif à chaque traitement est effectué selon diverses combinaisons de cinq moments de passage (tableau 1) dont le calendrier a été défini en tenant compte des conditions écologiques de la zone. La production annuelle relative à chaque combinaison de coupes est le cumul des récoltes obtenues par chacune des coupes correspondantes. La production par traitement correspond à la moyenne des productions obtenues par les diverses combinaisons de coupes correspondant à ce traitement.

- **Des coupes sur les placettes non coupées précédemment (B)** : la méthode est basée sur la différence de biomasse du tapis herbacé à chaque date de coupe (mêmes dates de coupe que pour la première méthode). Par exemple, la différence de biomasse entre les résultats de coupes aux temps de passage t1 et t2 correspond à la biomasse produite lors de la période comprise entre t1 et t2. La production

TABLEAU 1 : Calendrier des coupes effectuées pour le tapis herbacé.

TABLE 1 : Schedule of cuts of the herbaceous sward.

Année	Dates de coupe du tapis herbacé				
	t1	t2	t3	t4	t5
1992/1993	23/11/92	10/1/93	23/2/93	31/3/93	10/5/93
1993/1994	23/11/93	10/1/94	23/2/94	31/3/94	16/5/94

annuelle est la somme des biomasses obtenues pour les diverses périodes (B).

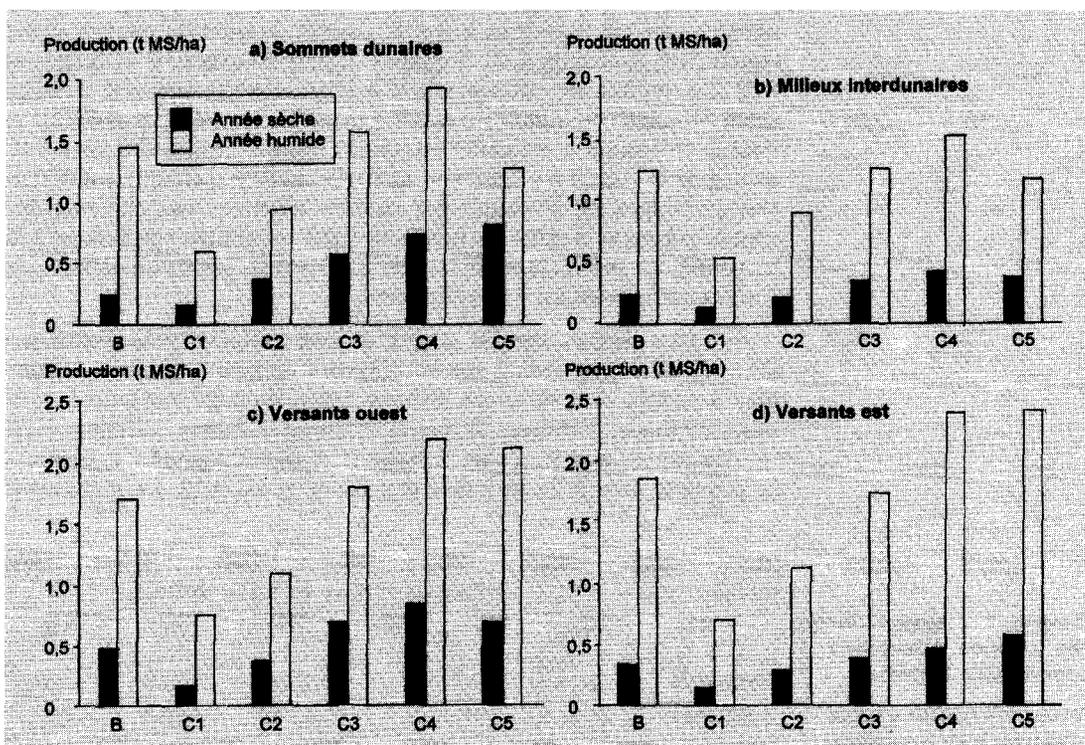
2. Résultats et discussion

■ Comparaison des deux méthodes d'évaluation de la production herbacée

La comparaison des méthodes d'évaluation de la production herbacée met en évidence l'effet des coupes répétées au même endroit sur le comportement du tapis herbacé (figure 1). La production herbacée déterminée par la méthode de différence de biomasse (B) reflète le fonctionnement normal de la flore herbacée du milieu. Mais **la production ne peut être approchée par une coupe unique dans l'année. En effet, la croissance de la végétation herbacée du Sahel sud Doukkala se fait en deux phases.** La première, précoce, s'étale de la 1^{re} décade du mois de novembre jusqu'à la mi-février. Elle est marquée par une flore précoce dont le développement maximal est atteint vers la fin du mois de décembre. Ce développement se voit affecté par une période de froid de la fin janvier à la 1^{re} décade de février. Une deuxième phase, plus tardive, s'étale de la fin de la vague de froid (mi-février) à la mi-mai ; c'est une période sèche avec la combinaison de l'élévation de température et d'un fort déficit de précipitations. Lors de cette

FIGURE 1 : Résultat des mesures de biomasse annuelle selon 2 méthodes (méthode de différence de biomasse (B) et méthode des coupes répétées (C)) pour a) les sommets dunaires, b) les milieux interdunaires, c) les versants ouest et d) les versants est.

FIGURE 1 : Measurement of yearly biomass by 2 methods (biomass difference method (B) and repeated cuts method (C)) for a) dune tops, b) zones between dunes, c) westward slopes, and d) eastward slopes.



$K < 1,0$	Effet positif	$K = 1$	Effet nul	$K > 1,0$	Effet négatif
$0,9 < K < 1,0$	Effet positif très modéré			$1,0 < K < 1,2$	Effet négatif modéré
$0,7 < K < 0,9$	Effet positif modéré			$1,2 < K < 1,4$	Effet négatif peu marqué
$0,5 < K < 0,7$	Effet positif marqué			$1,4 < K < 1,6$	Effet négatif marqué
$0,3 < K < 0,5$	Effet positif très marqué			$1,6 < K < 1,8$	Effet négatif très marqué
$K < 0,3$	Effet positif hautement marqué			$K > 1,8$	Effet négatif hautement marqué

TABLEAU 2 : Impact de l'effet climatique en fonction des valeurs du quotient K.

TABLE 2 : Importance of the climatic effect according to the K-ratio.

phase de végétation, se développe une végétation tardive (production maximale vers la fin mars). Ceci explique l'impossibilité d'évaluer la production herbacée de tels milieux par une coupe unique dans l'année. **La méthode de coupes répétées au même endroit permet une évaluation satisfaisante** (figure 1) **de la production herbacée de tels milieux avec seulement 3 ou 4 coupes par an** (C3, C4) quel que soit le climat de l'année.

La méthode des coupes répétées au même endroit permet non seulement d'approcher la production herbacée de tels milieux mais aussi, suite au stimulus causé par l'effet de coupes successives, d'accroître la production végétale. La production mesurée par un traitement de 4 coupes (C4) est supérieure à celle obtenue par la méthode de différence de biomasse (B), quel que soient le milieu et le climat de l'année.

■ Effet du climat et de la station

Les deux années d'expérimentation sont caractérisées par des pluviométries très différentes : l'année 1992-1993, avec 158 mm de pluie, est considérée comme sèche dans la région, alors que l'année 1993-1994 (445 mm) est humide comparée à la moyenne annuelle de 351 mm. Ce grand écart de précipitations entre les deux années a permis une meilleure expression de la réponse du tapis herbacé aux variations climatiques interannuelles et une meilleure expression de l'impact de la microtopographie et de la micro-exposition sur le comportement de la végétation herbacée à base d'annuelles dont la composition floristique reste très voisine dans les divers milieux.

En général, **la production herbacée dans de tels milieux est très influencée par les variations des conditions climatiques**. En moyenne, la production herbacée lors de l'année humide 1993-1994 est 4 fois plus élevée que celle de l'année sèche 1992-1993, quelle que soit la méthode d'évaluation. Le taux de variation de la production diffère d'un milieu à l'autre. Ce taux de variation est en rapport avec l'effet du climat sur chacun des milieux.

L'effet climatique peut être qualifié (QARRO, 1984) **en fonction des classes de valeurs du quotient K** (tableau 2), K étant le rapport entre les productions herbacées de l'année défavorable et de l'année favorable (ici, respectivement 1992-1993 et 1993-1994).

Les valeurs du quotient K calculées pour les sites étudiés dans le Sahel sud de Doukkala (tableau 3) sont toutes inférieures à 1, montrant ainsi que la production herbacée est en premier lieu fortement dépendante du climat. Ces valeurs varient d'un milieu à l'autre, ce qui

Lieu	Méthode de différence de biomasse (B)	Méthode de coupes répétées au même endroit (C) (4 coupes)
Sommet dunaire	0,17	0,40
Lieu interdunaire	0,16	0,27
Versant ouest	0,26	0,34
Versant est	0,14	0,22

TABLEAU 3 : Valeur du quotient K par milieu écologique.

TABLE 3 : Value of the K-ratio in each ecological environment.

loigne d'une certaine variation du degré de sensibilité des divers milieux aux variations climatiques interannuelles.

Le quotient K appliqué à la production évaluée par la méthode de différence de biomasse (B) montre un effet climatique positif hautement marqué pour les quatre milieux étudiés. Toutefois, on note une sensibilité moindre sur les versants ouest.

Les valeurs du quotient K relatives à la production estimée par la méthode des coupes répétées au même endroit (C) indiquent une moindre sensibilité de la production herbacée des divers milieux aux aléas climatiques interannuels par rapport aux données de la méthode précédente (B). **Les coupes répétées au même endroit paraissent réduire la sensibilité du tapis herbacé aux aléas climatiques.**

En général, les sommets dunaires et les versants ouest bénéficient, de par leur exposition aux influences océaniques, d'un certain adoucissement réduisant la sensibilité relative de leur tapis herbacé aux variations climatiques. Les tapis herbacés des milieux interdunaires et des versants exposés à l'est, plus à l'abri des influences océaniques, semblent plus manifester l'impact des fluctuations du climat (tableau 3).

Influence des ligneux bas sur la production herbacée

L'analyse des productions herbacées, sous couvert ou hors couvert de *Chamaecytisus*, permet d'évaluer l'influence de la présence du ligneux bas sur la production herbacée.

TABLEAU 4 : Effets climatiques interannuels sur la production herbacée à l'échelle de sous stations, avec (SC) ou sans couvert (HC).

TABLE 4 : Interannual climatic effects on the herbaceous production at the sub-station level, with (SC) or without (HC) cover.

Milieu écologique	Situation	Sommet de dune		Milieu interdunaires		Versant ouest		Versant est	
		HC	SC	HC	SC	HC	SC	HC	SC
Production herbacée (kg MS/ha)									
- 1992/1993	C*	1061	364,2	667,4	363,8	1126	569	677	388
	B*	369	114,2	600	108,5	581	339,5	369,3	237,5
- 1993/1994	C*	1711	2206	1907	1495	2085	2259	2604	2443
	B*	1015	1533	1769	1049	1181	1812	1537	1764
Quotient K*	K (C)	0,62	0,16	0,65	0,24	0,54	0,25	0,26	0,16
	K (B)	0,36	0,07	0,34	0,10	0,49	0,19	0,24	0,13

* C : méthode des coupes répétées au même endroit (4 coupes) ; B : méthode de différence de biomasse ; le quotient K est calculé avec les deux méthodes.

Globalement, la production de matière sèche herbacée en situation hors couvert est en moyenne 2,55 fois supérieure la seconde année (1993-1994) à celle obtenue en 1992-1993 (tableau 4). Ce taux atteint en moyenne 5,45 pour la situation sous couvert, ce qui atteste de **l'effet dépressif de la présence du ligneux bas sur la production herbacée des milieux étudiés**. L'analyse de l'effet des conditions climatiques sur la production de matière sèche herbacée à l'échelle sous-stationnaire (sous couvert et hors couvert) montre, à travers le calcul du quotient K (tableau 4), que **le tapis herbacé des situations hors couvert est relativement moins affecté par les variations des conditions climatiques interannuelles**, et ceci pour les deux méthodes utilisées (C et B). Deux raisons peuvent être invoquées : en année aride, la forte concurrence pour l'eau et, en année humide, l'effet améliorant du substrat de *Chamaecytisus* qui induit un bon développement du tapis herbacé. Les valeurs obtenues pour K(C) sont relativement plus élevées que celles de K(B) : **l'effet des coupes paraît réduire la sensibilité de la végétation herbacée aux aléas climatiques interannuels**.

3. Conclusion

A la lumière de cette étude menée dans le Sahel sud de Doukkala, zone méditerranéenne semi-aride littorale du Maroc, il apparaît que la production herbacée au sein des parcours améliorés ne peut être évaluée par un traitement d'une coupe unique dans l'année compte tenu du fonctionnement de la végétation qui comporte deux phases : l'une précoce et l'autre tardive. Une évaluation par trois ou quatre coupes répétées au même endroit est le meilleur procédé pour évaluer la production herbacée de ces milieux et exprimer le mieux l'impact des variations climatiques. De plus, quatre coupes répétées au même endroit semblent augmenter la production herbacée.

La production herbacée est fortement influencée par les variations du climat. Le taux de variation de cette production est en rapport avec les conditions des stations. Les milieux exposés aux influences océaniques voient leur production herbacée relativement moins influencée par les aléas climatiques.

L'analyse à l'échelle de sous-stations a révélé le comportement de la végétation herbacée selon la présence ou l'absence d'un couvert arbustif. La présence du ligneux bas *Chamaecytisus albidus* a un effet nettement dépressif sur la production herbacée en année sèche.

A la lumière de ce travail, il apparaît qu'un périmètre amélioré est un système fonctionnel, mis en place suite à une artificialisation du milieu naturel préexistant, et ses divers composants sont sans cesse en compétition interspécifique. D'autres travaux comme SELIGMAN *et al.* (1991) ont souligné la compétition intra et interspécifique. L'interaction ligneux haut - tapis herbacé (surtout en milieu semi-aride) reste très différente de celle entre ligneux bas et tapis herbacé.

Le gestionnaire doit veiller à maintenir un certain équilibre entre les divers composants des systèmes en question par le biais d'interventions bien orientées visant, d'une part, le maintien ou l'accroisse-

ment de la diversité spécifique du tapis herbacé et, d'autre part, une réduction de la sensibilité de la production aux variations climatiques. Celui-ci doit s'appuyer sur des bases écologiques en vue d'une meilleure exploitation du potentiel fourrager des périmètres améliorés, de leur préservation et leur intégration objective dans le calendrier fourrager de la zone.

Accepté pour publication, le 29 mai 1999.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BEN MERYEM A. (1993) : *Contribution à l'élaboration d'un plan de gestion des parcours du Sahel de Doukkala*, Rapport de service des eaux et forêts, El jadida, Maroc, 30 p.
- JOFFRE R., HUBERT B., MEURET M. (1991) : *Les systèmes agro-sylvo-pastoraux méditerranéens, enjeux et réflexions pour une gestion raisonnée*, Dossier MAB 10 UNESCO, Paris, 96 p.
- MEKKAK E. (1993) : *Contribution à l'étude historique, écologique et socio-économique de l'aménagement sylvo-pastoral du Sahel de Doukkala, cas de la commune Trine Gharbia*, E.N.F.I. Salé (Maroc), 149 p.
- QARRO M. (1984) : *Etude de la productivité du tapis herbacé de la zone d'Aïn Leuh au Maroc*, thèse doc.ès sciences, Aix - Marseille III (France), 180 p.
- SELIGMAN N.G., BENJAMIN R.W, FORT M., LAVIE Y., BARKAI D., HEFETZ Y., YONATHAN R. (1991) : "Growth responses to intra - and interspecific competition", C.I.T.P, Montpellier (France).
- TELLAL R. (1989) : *Etude des potentialités pastorales du Sahel nord d'Abda, province de Safi, Maroc*, thèse troisième cycle, Fac. Sciences, Rabat, 130 p.

SUMMARY

Grass productivity of the improved zones of the Moroccan Sahel. I- Effects of site, climate, and cutting rate

The present study concerns the Doukkala Sahel, a Mediterranean semi-arid zone coastal region. It is part of a set of reflections on the risks involved in the management of the improved forests and pastures of the coastal plain. The aim was to provide quantitative data on the pastoral potential and the operation of the improved zones, taking into account the climatic and local conditions.

Two methods of measurement of the herbaceous biomass were compared. Three or four cuts, repeated on the same spot during the growing season, were necessary for a satisfactory evaluation. The study of the herbaceous vegetation, depending on different treatments, and under various conditions of climate and location, clearly showed that the three major factors determining the variations of the biomass were : annual rainfall, microtopography and the resulting exposure, and the competition for water by the woody plant *Chamaecytisus albidus*. These results contribute to a better management of these zones, ensuring the protection and perennity of the corresponding environments.