

# Gestion et résilience des parcours sahariens : cas du sud Tunisien

M. Gamoun

Dans certaines zones arides où le pastoralisme reste vital, la forte pression pastorale sur les parcours peut conduire à leur dégradation. Leur valorisation durable par le cheptel est donc un enjeu majeur. Quelles modalités de gestion du pâturage peuvent être préconisées ? Le pâturage continu et le pâturage contrôlé ont-ils le même effet sur la résilience de ces couverts ?

## RÉSUMÉ

L'étude s'est déroulée sur un parcours surpâturé (pâturage continu avec un chargement largement supérieur à 2 têtes ovines/ha) du Dhahar (Tunisie). Un mode de gestion pastorale différent a été appliqué sur une partie de ce parcours : mise en défens pendant 3 ans, puis pâturage contrôlé (chargement d'environ 0,84 têtes/ha) pendant les 2 mois d'été 2007, puis à nouveau en défens jusqu'au printemps 2008. La mise en défens de 3 ans a un impact positif sur le taux de recouvrement, la richesse floristique, la diversité et la production, prouvant ainsi la résilience de cet écosystème saharien. Le pâturage contrôlé suivi d'une mise au repos n'a pas d'effet négatif sur la végétation ; il constitue donc un outil efficace de gestion durable des parcours sahariens.

## SUMMARY

### **Management and resilience of Saharan rangelands: South Tunisia**

In certain arid areas, where pastoralism remains vital, livestock pressure on rangeland can end up deteriorating this land. Managing rangelands in a sustainable way to feed livestock is therefore a crucial issue. This comparative study examines the evolution of vegetation in rangelands in the Dhahar (Tunisia) under 2 different management systems. In this study, some of the land was overgrazed (continuous grazing at a stocking rate of 2 heads/ha), while the rest was closed to grazing for 3 years, and then subjected to controlled grazing (stocking rate of approx. 0.84 heads/ha during 2 months in the summer of 2007), then closed to grazing once again until the spring of 2008. Closing the land to grazing for 3 years has a positive impact on production, coverage rate, floristic richness and diversity, and provides evidence of the resilience of the Saharan ecosystem in these rangelands. Subjecting land to controlled grazing and then closing it to grazing does not have a negative impact on vegetation, making it an efficient tool for managing Saharan rangeland in a sustainable way.

## 1. Les ressources pastorales et leur gestion en zones sahariennes

Les parcours arides se transforment sous l'effet de deux processus majeurs, l'un correspond à une évolution naturelle liée à la sécheresse et la nature du milieu édaphique et l'autre est lié aux facteurs anthropiques (GAMOUN *et al.*, 2010). En outre, ces parcours sont remarquables par leur variabilité (NOY-MEIR, 1985 ; BOWERS, 1987 ; LE HOUEROU, 1992) qui s'exprime soit par la diversité spécifique (ARONSON et SCHMIDA, 1992 ; TILMAN et EL HADDI, 1992 ; NAVEH, 1998), soit par la production primaire (AIDOUH, 1992 ; LE HOUEROU, 1992, 1996). Par exemple, dans le sud tunisien, et en particulier dans le gouvernorat de Tataouine, la production de biomasse

varie de 50 à 200 millions d'UF entre les années sèches (2 sur 5) et humides (1 sur 5) (GINTZBURGER, 2002).

**Les terres des parcours, majoritaires en Tunisie saharienne, continuent à jouer un rôle clé pour le cheptel ovin, caprin et camelin** de cette région. Ces animaux, qui forment le pivot du système de production, sont conduits en élevage extensif et assurent leur subsistance grâce à la production fourragère des parcours en effectuant des déplacements ; des troupeaux transhumants s'y ajoutent de façon saisonnière. Le cheptel pâturant dans le Dhahar (655 000 ha) est estimé à 831 000 têtes de petits ruminants (460 000 ovins et 371 000 caprins). Le chargement, de l'ordre de 0,81 UGB/ha, montre l'intensité du pâturage sur ces parcours et explique la disparition des espèces pastorales (ELLOUMI *et al.*, 2001).

### AUTEUR

Institut des Régions Arides, Laboratoire d'Ecologie Pastorale, 4119 Médenine (Tunisie) ; gamoun.mouldi@yahoo.fr

**MOTS CLÉS** : Agriculture durable, biodiversité, chargement animal, évolution, gestion des parcours, gestion du pâturage, ovin, parcours, pastoralisme, production fourragère, Sahara, Tunisie, végétation, zone aride, zone semi-aride.

**KEY-WORDS** : Arid region, biodiversity, change in time, forage production, pastoralism, pasture management, rangelands, range management, Sahara, semi-arid region, sheep, stocking rate, sustainable agriculture, Tunisia, vegetation

**RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE** : M. Gamoun (2013) : "Gestion et résilience des parcours sahariens : cas du sud Tunisien", *Fourrages*, 216, 321-328.

En Tunisie, où le pastoralisme reste vital, la réduction des surfaces de parcours sous l'effet de l'érosion des sols ainsi que la réorientation de l'utilisation des terres vers les cultures ont amorcé une **spirale de dégradation** : moins d'espace total de parcours signifie un chargement animal plus élevé qui, à son tour, engendre une dégradation plus intense du sol et une réduction progressive des terres arables (GRIESBACH, 2000).

La gestion du pâturage, dont l'objectif prioritaire est d'alimenter les animaux et d'assurer la production animale (VALENTINE, 2001), contribue à modifier l'équilibre et la compétition entre les espèces végétales (LE HOUEROU, 2005). Sous l'effet du pâturage, les parcours sahariens de la Tunisie tendent vers une certaine homogénéisation spatiale de la structure de leur végétation (GAMOUN, 2012).

**L'étude des impacts du pâturage sur les ressources pastorales doit avoir comme objectif essentiel la recherche de leur utilisation durable** (PEREVOLOTSKY et ETIENNE, 1999) car la gestion des parcours joue un rôle essentiel dans leur durabilité et leur intégrité écologique (WU HSIN *et al.*, 1996). Ayant évolué avec l'homme, ces parcours requièrent donc aujourd'hui le maintien d'un niveau approprié d'exploitation ou de gestion (ARONSON *et al.*, 2002). La bonne ou mauvaise gestion des parcours est d'ailleurs sans doute souvent une des raisons de la réussite ou de l'échec d'un système d'élevage. Plutôt que de remédier aux résultats d'une mauvaise exploitation, les utilisateurs des parcours devraient en déterminer la cause et la corriger : par exemple, pour limiter la baisse de leur production, les agriculteurs plantent des espèces fourragères, alors que la raison de cette faible production est le surpâturage. Par ailleurs, **certains écosystèmes arides maintiennent un niveau de résilience suffisant pour permettre leur restauration** par une simple gestion raisonnée sur le long terme (AIDOUH *et al.*, 2006 ; SEIFAN, 2009). L'ambition de restaurer les couverts végétaux est relativement récente ; c'est ainsi que des milliers d'hectares des terres dégradées ont été protégés dans les zones arides.

Certains auteurs considèrent que l'élevage a un impact positif sur les communautés végétales, avec augmentation de la diversité floristique, particulièrement en cas de pâturage contrôlé (AYYAD et ELKADI, 1982 ; NOY-MEIR *et al.*, 1989 ; WEST, 1993). Dans le sud tunisien, le pâturage continu est la stratégie dominante utilisée. Cependant, la plupart des systèmes de gestion des parcours ont comme principe la mise en défens temporaire d'une partie de ces surfaces. Nos travaux ont conclu à des impacts du pâturage plutôt négatifs et un impact positif de la technique de mise en défens temporaire sur la végétation dans les zones sahariennes du sud tunisien (GAMOUN *et al.*, 2011a, 2012 ; GAMOUN, 2013a). L'application de systèmes de pâturage améliorés semble donc être un outil prometteur pour une gestion durable des parcours et, par conséquent, pour l'amélioration de la production animale (GUEVARA *et al.*, 2009).

Fondamentalement, la conservation des parcours consiste en leur utilisation rationnelle pour qu'ils puissent assurer une production durable. C'est pourquoi nous nous sommes intéressés non pas à l'utilisation des

parcours, mais à la rationalité de leur utilisation afin de préserver leur pérennité. La situation actuelle des parcours sahariens est-elle inéluctable ou pouvons-nous y remédier à l'aide de certaines techniques permettant de les exploiter durablement ? Une mise en défens temporaire de courte durée peut-elle favoriser la régénération des communautés végétales en présence ? L'étude ici présentée avait pour objectif d'**estimer les effets du pâturage contrôlé sur la dynamique du couvert végétal**.

## 2. Matériel et méthodes

### ■ L'étude et sa localisation

L'étude a été menée dans une zone présentant un gradient de pression pastorale ; il s'agit d'un **parcours collectif de plateau du Dhahar**, à l'ouest de la région de Tataouine (10° 32,280 de longitude E, 32° 8,760' de latitude N). Cette zone du Dhahar est constituée d'un ensemble de glacis, plaines, plateaux, bas-fonds soumis à un bioclimat de l'étage méditerranéen saharien supérieur au sens d'EMBERGER (1954) et recevant en moyenne (entre 1987 et 2011) moins de 75 mm/an de précipitations (GAMOUN *et al.*, 2011b). La végétation pastorale y est soumise à une pression de pâturage qui s'est accentuée au cours des 20 dernières années, suite à l'accroissement démographique. Du point de vue physiognomique, la végétation actuelle est dominée par *Gymnocarpus decander*, *Anthyllis sericea*, *Stipagrostis pungens*, *Hammada schmittiana* et *Helianthemum kahiricum*.

**Le premier parcours** étudié, soumis à un **pâturage contrôlé** (PC), s'étend sur une superficie de 2 000 ha. Il a été **mis en repos pendant 3 années** (entre 2004 et 2007) et a été **exploité ensuite pendant 2 mois** (juillet et août 2007) par un cheptel de 1 700 têtes ovines (soit un chargement instantané d'environ 0,84 têtes/ha), **avant d'être protégé de nouveau**. **Le parcours voisin (parcours sur-pâturé, SP)**, semblable des points de vue climatiques, édaphiques et floristiques, **est réservé à l'élevage (toute l'année) depuis 2004** ; le chargement moyen est de l'ordre de 4,56 têtes/ha, très supérieur à la charge d'équilibre (LE HOUEROU, 1969 ; GAMOUN, 2012).

### ■ Echantillonnage de la végétation

Des **relevés floristiques** ont été réalisés dans les parcelles du premier parcours durant le printemps 2007 (PC<sub>2007-1</sub>), après les 3 années de protection, afin de déterminer l'impact de la mise en défens temporaire sur la diversité du couvert végétal. La deuxième mesure a été effectuée en septembre 2007 (PC<sub>2007-2</sub>) après les deux mois (juillet et août) d'exploitation de cette végétation par le troupeau. La troisième mesure a été réalisée en mars 2008 (PC<sub>2008</sub>), après 7 mois de mise en repos. Les parcelles du parcours surpâturé ont également fait l'objet de relevés floristiques en mars 2008 (SP<sub>2008</sub>).

Huit transects permanents ont été installés selon la **méthode des points quadrats** décrite par DAGET et POISSONNET (1971) : quatre dans les parcours protégés (PC,

relevés de 2007 et de 2008) et quatre dans les parcours en pâturage continu (SP, relevés en 2008). Chaque transect est composé de 3 lignes de 20 m de long. Un double décimètre à ruban est tendu entre deux piquets matérialisant les différents transects et une aiguille métallique est descendue verticalement dans la végétation tous les 20 cm le long du ruban, ce qui permet d'obtenir 100 points de lecture par ligne soit 300 points par transect. A chaque point de lecture, on note les espèces touchées par l'aiguille. Les données de chaque ligne permettent de calculer la fréquence relative de chaque espèce, qui représente sa contribution au recouvrement.

La méthode d'échantillonnage par point étant peu efficace pour la détermination de la richesse taxonomique (nombre d'espèces, de genres et de familles), les relevés ont été complétés par un **inventaire des espèces végétales** sur l'ensemble de chaque parcours.

Le **recouvrement**  $R_v$  est donc calculé de la manière suivante :  $R_v (\%) = b / (a \times 100)$ , avec  $b$  : le nombre des points où la végétation est présente, et  $a$  : le nombre total de points échantillonnés.

La **richesse spécifique**  $S$  correspond au simple comptage du nombre d'espèces présentes dans chaque relevé.

L'**indice de diversité de Shannon**  $H'$  (SHANNON, 1948) est utilisé en écologie comme mesure de la diversité spécifique. La formule  $H' = - \sum ((n_i/N) \times \log_2(n_i/N))$ , s'applique avec  $n_i$  : l'effectif de l'espèce  $i$  dans l'échantillon, et  $N$  : l'effectif total.  $H'$  varie entre 0, dans le cas où le peuplement n'est constitué que d'une seule espèce, et  $\log_2 S$ , lorsque toutes les espèces présentes le sont avec une abondance équivalente. Dans la suite, le terme de « diversité » est employé en référence à l'indice de Shannon.

L'**indice d'équitabilité**  $E$  (PIELOU, 1966) permet de mesurer l'équitabilité (terme que certains écologues réfutent, lui préférant celui de régularité) ou encore l'équirépartition des espèces du peuplement par rapport à une répartition théorique égale pour l'ensemble des espèces (BARBAULT, 1992). La formule  $E = (H'/H'_{max})$ , s'applique avec :  $H'_{max} = \log_2 S$ ,  $S$  étant le nombre total d'espèces présentes. La valeur de  $E$  varie entre 0 (une seule espèce domine) et 1 (toutes les espèces ont la même abondance). L'équitabilité prend en compte la diversité potentielle maximale du système ( $H'_{max}$ ), c'est-à-dire la capacité du système à « accepter »  $S$  espèces en proportions équivalentes.  $E$  constitue donc une sorte de synthèse des 2 autres indices.

Les **mesures de biomasse** se font par échantillonnage et par coupe (méthode dite destructive). La partie fraîche et la plus consommable est coupée à la cisaille ou à la faucille, à l'intérieur d'un carré de 4 m<sup>2</sup>, à raison de 4 répétitions au niveau de chaque groupement. Après la récolte, le total est séché à 70°C pendant 48 h puis ensuite pesé.

Pour comparer les différences pour une occasion d'échantillonnage donnée, le **test ANOVA** (analyse de variance) est employé si les variances des échantillons

sont homogènes. Il s'agit d'un test paramétrique qui décompose la variance des données en deux composantes : la variance entre les échantillons (dispersion intergroupe) et celle à l'intérieur des échantillons (dispersion intragroupe). Il est alors possible de déterminer au risque de 5 % s'il existe une différence significative entre les moyennes. Quand l'homogénéité n'est pas vérifiée, les données sont transformées pour tenter d'homogénéiser les variances et de minimiser les effets de non normalité. Chaque fois que les résultats de l'ANOVA montrent un effet significatif ( $P < 0,05$  ; sans aucune interaction significative), un test (LSD) a été utilisé pour déterminer les différences significatives entre les moyennes.

### 3. Résultats et discussion

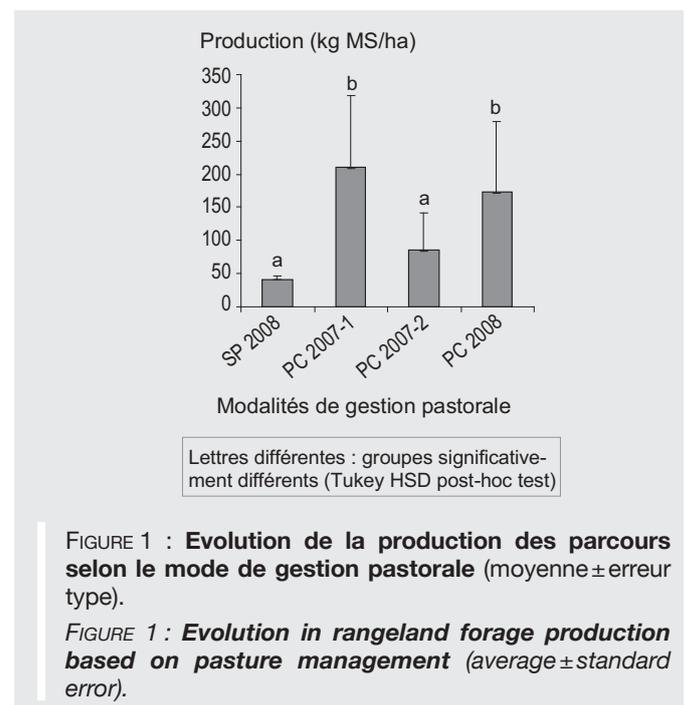
#### ■ Biomasse végétale produite

L'analyse de variance (ANOVA) montre des différences significatives entre les valeurs moyennes de la production végétale ( $F_{(3,56)} = 12,28$  ;  $P < 0,0001$ ) dans les parcours soumis à des intensités de pâturage différentes.

La production est significativement moins élevée sous le pâturage continu (42 kg MS/ha/an) qu'après la protection de 3 années (210 kg MS/ha/an, figure 1). Après les deux mois de pâturage intensif, elle baisse significativement (85 kg MS/ha/an) mais retrouve en 2008, après 7 mois de repos, un niveau significativement comparable à celui du printemps 2007 (173 kg MS/ha/an).

#### ■ Variation du taux de recouvrement global en fonction du mode de gestion

L'analyse de la variance (ANOVA) relative à l'effet du mode de gestion des parcours sur le taux de recouvrement



montre que ce dernier est **significativement plus faible sous un pâturage continu que sous un pâturage contrôlé** ( $F_{3,44} = 46,83$  ;  $P < 0,0001$ ).

Après 3 années de mise en repos, le taux de recouvrement du parcours en pâturage contrôlé est très important, de 63 % (printemps 2007), alors que dans le parcours SP ce taux ne dépasse pas 18 %. L'exploitation du parcours PC par l'élevage au cours de l'été 2007 aboutit à la consommation d'une partie importante de la végétation, qui conduit à une baisse du taux de recouvrement (environ 40 % en automne). La suppression de la pression animale, après ces deux mois d'exploitation, permet une régénération rapide de la végétation puisque le taux de recouvrement est de 59 % au printemps 2008 (figure 2a).

Ces résultats montrent que **les 2 modes de gestion pastorale** (pâturage contrôlé avec mise en repos et pâturage continu avec surpâturage) **ont des effets très différents sur la végétation** (différence statistiquement significative au seuil de 5 %). En revanche, **la différence entre les deux mises en repos** ( $PC_{2007-1}$  et  $PC_{2008}$ ) **est très faible**, et l'effet est non significatif au seuil de 5 %.

## ■ Indices de diversité et d'équitabilité

La **diversité floristique des parcours évolue** (figure 2b) : après trois années de protection, elle est élevée (2,62 au printemps 2007) alors qu'elle est restée très faible sous le pâturage continu (1,13 au printemps 2008) ; tests de comparaison multiple de Tukey significatifs entre  $PC_{2007-1}$  et  $SP_{2008}$ .

L'analyse de la variance montre des **différences significatives** ( $F_{3,8} = 87,81$  ;  $P < 0,0001$ ) pour l'indice de diversité  $H'$  **entre les différents modes de gestion pastorale**. Les résultats des tests de comparaison multiple de Tukey (HSD post-hoc test) montrent que les différences enregistrées de  $H'$  sont significatives entre  $PC_{2007-1}$  et  $SP_{2008}$  mais non significatives entre  $PC_{2007-1}$  et  $PC_{2008}$  ( $P = 0,891$ ).

En effet, après une exploitation estivale, l'indice de diversité régresse pour atteindre 1,95, et la deuxième protection conduit à une diversité comparable à l'état initial. Cette situation peut être interprétée comme la conséquence d'un pâturage court où de nombreuses espèces ont pu s'installer suite aux conditions pluviométriques favorables qui ont suivi ce pâturage. Ces résultats

présentent une certaine logique : sous l'effet de la mise en défens temporaire, la diversité est i) plus élevée qu'en situation de surexploitation et ii) peut être constante en cas de gestion raisonnée. Cette diversité élevée favoriserait la résilience de la végétation et sa faculté d'adaptation aux agressions, tout en préservant un maximum de potentialités vis-à-vis des besoins futurs de l'élevage, lequel représente la principale source de revenus de nombreuses communautés rurales (GAMOUN, 2012).

En revanche, si nous considérons **l'équitabilité** (figure 2c), nous remarquons qu'elle augmente après le pâturage contrôlé (relevé  $PC_{2007-2}$ ) car le pâturage réduit le nombre d'espèces présentes ; il en est de même en cas de surpâturage ( $SP_{2008}$ ). Seules les espèces non appétibles subsistent, avec les mêmes recouvrements, induisant ainsi une forte régularité. L'analyse de la variance montre que, contrairement à la diversité  $H'$ , **le mode de gestion pastorale n'a aucun effet significatif sur l'équitabilité** ( $F_{3,8} = 0,33$  ;  $P = 0,799$ ). Le gradient d'équitabilité évolue donc de façon opposée à l'indice de diversité spécifique de Shannon. Ceci s'expliquerait par la faible richesse floristique et la dominance de certaines espèces annuelles (chaméphytes). Une confirmation est donnée également par l'influence du pâturage contrôlé sur la diversité et la structure de la végétation, contrairement au surpâturage qui est un facteur d'homogénéisation progressive des cortèges floristiques des steppes.

## ■ Evolution floristique selon le mode de gestion pastorale

Les espèces annuelles et pérennes des parcours représentent l'essentiel de la biomasse appétée par les animaux. Les différents relevés réalisés, après pâturage par les animaux avec des durées et des chargements différents, montrent qu'elles sont différemment affectées (figure 3a et b) : les résultats d'analyse de la variance montrent que les espèces pérennes sont plus sensibles au pâturage ( $F_{(3,12)} = 70,07$  ;  $P < 0,0001$ ) que les espèces annuelles ( $F_{(3,12)} = 85,10$  ;  $P < 0,0001$ ).

**Le nombre d'espèces pérennes est significativement moins élevé sous l'effet d'un pâturage continu** (6,8 espèces) que sous l'effet du pâturage contrôlé à toutes les périodes d'échantillonnage. Le nombre des espèces pérennes est passé de 33 à 23 après le pâturage

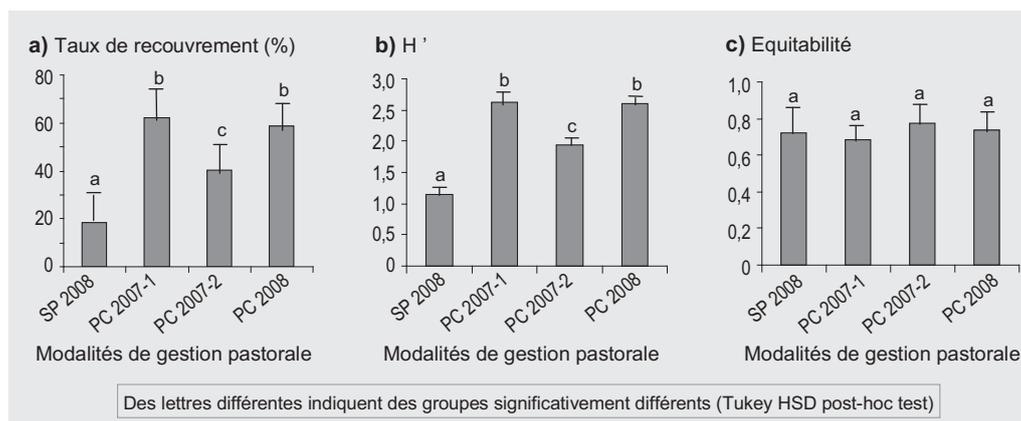


FIGURE 2 : Evolution a) du taux de recouvrement (Rv), b) de l'indice de Shannon ( $H'$ ) et c) de l'équitabilité (E) en fonction du mode de gestion pastorale (moyenne  $\pm$  erreur type).

FIGURE 2 : Evolution in coverage rate (a: Rv), in Shannon index (b:  $H'$ ) and in terms of equitability (c: E) based on pasture management (average  $\pm$  standard error).

contrôlé mais a ensuite augmenté jusqu'à 28 après 7 mois de repos ; bien que cette valeur soit moins élevée que après les 3 années de mise en défens, la différence est toujours significative entre les différents modes de gestion pastorale.

Le nombre d'espèces annuelles était aussi significativement moins important avec le pâturage continu (4 espèces) que sous protection (36 espèces). Après les 2 mois de pâturage (relevé PC<sub>2007-2</sub>), le nombre d'espèces annuelles est réduit (6 espèces), à un niveau qui n'est pas significativement plus élevé que sous le pâturage continu, mais après 7 mois de repos il est à un niveau comparable (32 espèces) à celui obtenu avec la protection de 3 ans (figure 3b).

### ■ Composition en familles botaniques

À travers les différents relevés floristiques effectués, nous avons recensés **69 espèces appartenant à 20 familles botaniques** : 33 espèces pérennes et 36 espèces annuelles, à cycle parfois très bref (éphémérophytes ou *acheb*), telles que : *Savignya parviflora*, *Cutandia dichotoma* et *Schismus barbatus* qui peuvent éventuellement germer et fleurir jusqu'à trois fois durant la même année (AIDOU, 1989). Il faut noter que, parmi les 20 familles recensées, 7 ne sont représentées que par une seule espèce. Cependant, 5 familles représentent plus de 2/3 des espèces inventoriées, les Astéracées (22 % de la totalité des espèces recensées sous pression pastorale nulle), les Poacées (13 %), les Brassicacées (12 %), les Fabacées (10 %) et les Chénopodiacées (7 %)(tableau 1).

**Le cortège floristique varie selon le type de gestion pastorale** : il est constitué de 20 familles après mise en défens temporaire (PC<sub>2007-1</sub> et PC<sub>2007-2</sub>), de 19 sous pâturage contrôlé (PC<sub>2008</sub>) et de 10 en présence d'une exploitation intensive (SP<sub>2008</sub>). Dans ce dernier cas, on note la prédominance d'espèces spécialement adaptées,

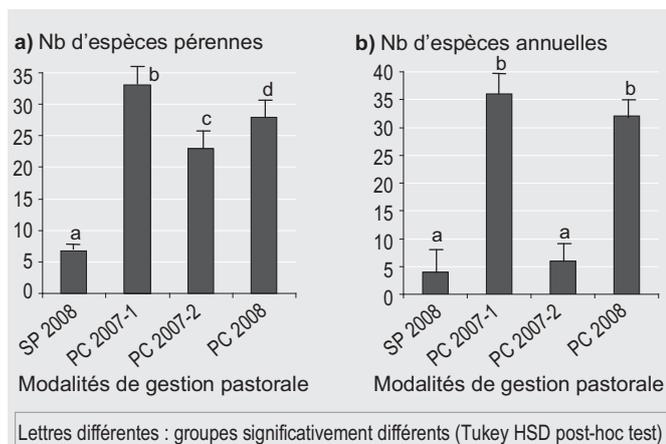


FIGURE 3 : Evolution du nombre moyen d'espèces a) pérennes et b) annuelles en fonction du mode de gestion pastorale (moyenne  $\pm$  erreur type).

FIGURE 3 : Evolution in the average number of perennial (a) and annual (b) species based on pasture management (average  $\pm$  standard error).

Famille	SP <sub>2008</sub>	PC <sub>2007-1</sub>	PC <sub>2007-2</sub>	PC <sub>2008</sub>
<i>Apiaceae</i>	0	2,899	1,344	2,985
<i>Asteraceae</i>	6,25	21,739	17,154	22,388
<i>Boraginaceae</i>	0	2,899	1,231	2,985
<i>Brassicaceae</i>	12,5	11,594	8,234	10,448
<i>Capparaceae</i>	0	1,449	1,232	1,493
<i>Caryophyllaceae</i>	12,5	5,797	3,233	5,97
<i>Chenopodiaceae</i>	12,5	7,246	6,23	7,463
<i>Cistaceae</i>	6,25	2,899	1,895	2,985
<i>Fabaceae</i>	18,75	10,145	16,431	10,448
<i>Geraniaceae</i>	6,25	2,899	7,351	2,985
<i>Liliaceae</i>	6,25	2,899	5,233	2,985
<i>Plantaginaceae</i>	12,5	2,899	12,367	2,985
<i>Plumbaginaceae</i>	0	1,449	1,447	1,493
<i>Poaceae</i>	6,25	13,043	7,123	13,433
<i>Polygonaceae</i>	0	2,899	2,254	2,985
<i>Resedaceae</i>	0	1,449	1,449	0
<i>Rhamnaceae</i>	0	1,449	1,449	1,493
<i>Solanaceae</i>	0	1,449	1,449	1,493
<i>Tamaricaceae</i>	0	1,449	1,449	1,493
<i>Zygophyllaceae</i>	0	1,449	1,449	1,493
Nombre de familles	10	20	20	19

TABLEAU 1 : Evolution de la représentation des familles botaniques (% des taxons/espèces rencontrées) selon le mode de gestion pastorale.

TABLE 1 : Evolution in the ratio of botanical families present (in % of taxons/species present) based on pasture management.

notamment des représentants des Astéracées, des Chénopodiacées, des Fabacées, et des Poacées.

Les Fabacées sont très présentes après le pâturage contrôlé de 2 mois et avec le pâturage continu. Lorsque la pression pastorale est forte (surpâturage), contrairement aux Fabacées qui dominent, les Astéracées sont peu représentées ; en définitive, du fait de leur faible appétibilité et de leur résistance au piétinement par les animaux, seules subsistent 16 espèces, regroupées en 10 familles végétales. Il s'agit par exemple de : *Plantago ovata*, *Anthyllis sericea*, *Stipagrostis pungens*, *Asphodelus tenuifolius*, *Hammada schmittiana* et *Argyrobolium uniflorum*. Si elle est broutée, cette dernière espèce se comporte en pérenne alors que, mise en défens, elle se raréfie et devient bisannuelle (CHAEIB, 1989). Pour *Plantago albicans* et *Gymnocarpus decander*, un chargement élevé est favorable pendant la phase végétative et permet de prolonger leur durée de vie. Une pression pastorale très forte entrave éventuellement, même en année de pluviosité moyenne, le déroulement des phases menant à la production de graines chez *Echiochilon fruticosum*, *Plantago albicans* et même *Gymnocarpus decander*. En revanche, ces mêmes espèces parviennent à accomplir la totalité de leur cycle biologique (jusqu'à la dispersion des graines), même en année sèche, si la pression pastorale reste faible (LE FLOC'H, 2000). **Les espèces présentent donc des réponses contrastées à la pression pastorale.** *Echiochilon fruticosum* et *Gymnocarpus decander* sont, par exemple, défavorisées par rapport à *Plantago albicans*, qui est caractérisé par une forte capacité de multiplication végétative (HANCHI, 1987).

## ■ Spectres biologiques

Les espèces rencontrées ont été réparties selon la classification de RAUNKIAER (1934), qui organise les végétaux selon le positionnement des organes de survie<sup>1</sup>.

Paradoxalement, **le taux de thérophytes** (plantes annuelles à cycle court) observé **est nettement plus élevé que celui des autres types biologiques** (tableau 2) ; il pourrait s'expliquer en particulier par l'hétérogénéité des micro-habitats, propices au développement de plantes annuelles à germination et à croissance rapides. De leur côté, DAGET (1980) et BARBERO *et al.* (1990) ont montré que l'abondance de thérophytes est une caractéristique des zones arides : c'est une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions défavorables et une forme de résistance aux rigueurs climatiques.

L'importance des chaméphytes est due à leurs traits adaptatifs aux situations d'aridité du site (FLORET *et al.*, 1990 ; DANIN et ORSHAN, 1990). Les nanophanéophytes les plus abondants sur le site sont *Calligonum comosum* et *Retama raetam* et, dans une moindre mesure, *Lycium shawii* et *Ziziphus lotus*.

Le pâturage et le piétinement par les animaux structurent les communautés végétales. Leur intensité peut modifier le cycle biologique (entrave à la floraison et à la dissémination) de certaines espèces présentes et plus ou moins préférentiellement consommées, et donc influencer ainsi sur leur éventuelle persistance, raréfaction ou même disparition. La préservation de la diversité, du recouvrement et de la stabilité des communautés végétales steppiques peut ainsi être influencée par la gestion pastorale.

## 4. Vers une gestion écologique des parcours sahariens

La présente étude montre que la protection d'un parcours saharien du sud tunisien pendant 3 années a conduit à une amélioration remarquable de sa couverture végétale et de sa production primaire.

**Cette technique de mise en défens temporaire a permis une restauration de la richesse et de la diversité floristique du parcours** (différences significatives avec le parcours pâturé de façon continue). Le pâturage contrôlé appliqué ensuite pendant 2 mois en été, avec un chargement modéré de 0,84 têtes ovines/ha, avant une nouvelle mise en défens de 7 mois, n'a que très légèrement et temporairement affecté la diversité, la richesse floristique et la production de biomasse du parcours. Ces résultats appuient ceux de FLORET (1981) qui montrent que des courtes périodes de pâturage, alternées avec des périodes de repos végétatif, sont généralement plus favorables que la protection stricte pour favoriser l'installation de jeunes

1 : La classification de RAUNKIAER distingue les thérophytes (ou annuelles) qui passent la mauvaise saison sous forme de graine et meurent chaque année et, parmi les plantes vivaces ou pérennes, les phanéophytes (arbres, arbustes, plantes ligneuses buissonnantes avec des bourgeons situés à plus de 25 cm au-dessus du sol), les chaméphytes (plantes ligneuses dont les bourgeons sont à moins de 25 cm au-dessus du sol), les hémicryptophytes (plantes vivaces dont la partie bourgeonnante est à la surface du sol) et les géophytes (plantes vivaces avec bulbe ou rhizome souterrain).

Type biologique	SP <sub>2008</sub>	PC <sub>2007-1</sub>	PC <sub>2007-2</sub>	PC <sub>2008</sub>
Chaméphyte	31,25	24,64	27,45	25,38
Géophyte	0	1,45	0	1,49
Hémicryptophyte	18,75	24,64	23,08	25,37
Nanophanéophyte	6,25	5,8	6,25	5,97
Thérophyte	43,75	43,48	43,23	41,79

TABLEAU 2 : Evolution du spectre biologique selon le mode de gestion pastorale.

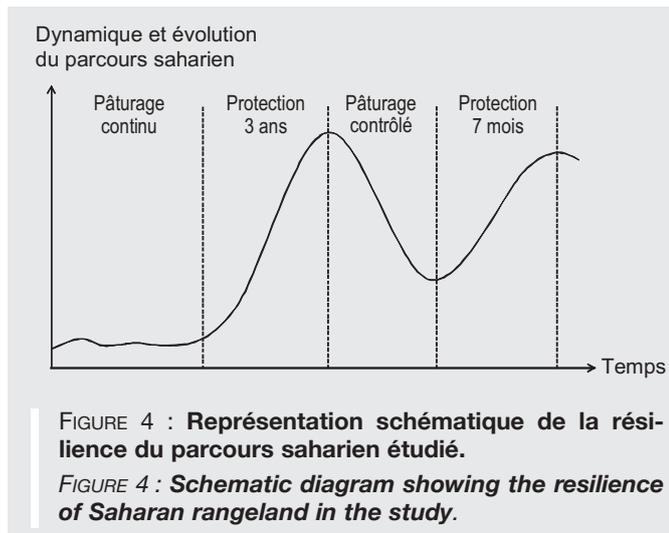
TABLE 2 : Evolution of the biological profile based on pasture management.

plantes pérennes et la germination des espèces annuelles. Des résultats similaires ont été rapportés par AYYAD et EL-KADI (1982) et LE FLOCH (2001) qui précisent que, dans les zones arides où l'évapotranspiration est élevée, le pâturage contrôlé réduit la biomasse aérienne et donc les besoins en eau de la plante, ce qui favorise sa survie.

Les animaux réutilisent préférentiellement les zones qu'ils ont préalablement défoliées ; en effet, leurs choix ne sont pas dictés par une hiérarchie absolue de valeurs nutritionnelles allant, comme on pourrait le croire (LARDON *et al.*, 2001), de la meilleure à la plus mauvaise plante. Lorsqu'il exploite des surfaces hétérogènes, l'animal retrouve une liberté de choix (DUMONT *et al.*, 2001), ce qui stabilise l'hétérogénéité structurale des couverts et, à terme, leur diversité végétale. L'impact du pâturage porte donc sur l'ensemble du peuplement. Le piétinement et une certaine non-sélectivité du broutage peuvent, en effet, retarder la phénologie des plantes, conduire à une nouvelle mosaïque des parcours et induire de profonds changements dans la diversité des communautés et leurs structures.

Bien que la production des parcours soit fortement influencée par les variations des précipitations, le pâturage contrôlé sur une courte période suivi par une phase de mise en défens temporaire a fourni plus de fourrage que le pâturage continu. On peut toutefois s'interroger : à chargement annuel équivalent, **le pâturage continu et le pâturage pendant une courte période** présentent-ils les mêmes risques de surpâturage ? **L'effet sur le parcours est très différent** : en pâturage continu, l'animal a tendance à moins sélectionner les plantes (WESTOBY *et al.*, 1989) ; en effet, il retourne brouter des plantes précédemment pâturées car les nouvelles pousses sont plus appétentes et plus nutritives que les plus âgées alors que, sous pâturage discontinu, les animaux sont incités à pâturer toutes les plantes, et probablement sans avoir l'occasion de les rebrouter. Le premier cas favorise certainement plus le surpâturage, défini comme l'incapacité à reconstituer ses réserves suite à la pâture précédente. De plus, lorsque le milieu est plus hétérogène, avec un chargement et une durée limités, les animaux ont une consommation plus sélective et ne risquent pas de surpâturer les plantes (GAMOUN, 2013b).

Enfin, **des chargements adéquats sont essentiels pour la gestion durable et la pérennité de ces écosystèmes** afin de maintenir la structure et la production végétales. Le pâturage de notre site pendant 2 mois avec une pression pastorale de 0,84 têtes ovines/ha/an n'a



pas réduit le taux de recouvrement global de la végétation en dessous du point critique (20-25 %) où l'érosion peut se produire (LE HOUEROU, 1995). La régénération a été ainsi plus rapide et le pâturage serait à nouveau possible la saison suivante. Dans ces milieux arides, la capacité de chargement de chaque zone ne doit pas être considérée comme un paramètre fixe, mais plutôt comme une variable dépendante de la pluviométrie.

Cette étude souligne également la **capacité de résilience des parcours sahariens**. Le processus de résilience permet à un système écologique d'évoluer vers un état de référence après une faible perturbation (BALENT *et al.*, 1999). La résilience d'un parcours peut être suivie en étudiant la résilience de sa diversité (résilience structurale) et de sa productivité (résilience fonctionnelle). La végétation d'un parcours en bon état est composée d'une proportion importante d'espèces pérennes et de bonne qualité fourragère, sans être dominée par les espèces à faible intérêt pastoral. Elle possède également un bon état de résilience contre la dégradation et peut se régénérer après un certain niveau de dégradation.

Dans notre étude, le suivi de la végétation montre que, malgré la variabilité quantitative (couvert, biomasse, densité) et qualitative (composition floristique, valeur fourragère) observée d'une année à l'autre, ce type de couvert saharien est aussi très résilient (figure 4), grâce à la coexistence d'espèces comme *Gymnocarpos dacander* et *Anthyllis sericea*, majoritaires et bien adaptées aux conditions du milieu. Ces résultats corroborent ceux obtenus par SEIFAN (2009) et TUCKER *et al.* (1991) qui indiquent que certains écosystèmes arides peuvent montrer une résilience élevée face à l'exploitation à long terme.

## Conclusion

Les parcours sahariens présentent une valeur pastorale mais aussi environnementale. Leur végétation, adaptée à des conditions difficiles, est relativement résiliente, mais la pression de pâturage, sans cesse croissante, peut conduire à leur dégradation, avec réduction accentuée des ressources pastorales et érosion.

La présente étude montre que de tels parcours sahariens surpâturés du sud tunisien ont le potentiel nécessaire pour s'améliorer grâce à une gestion pastorale appropriée. Avec la participation de la communauté agricole locale, une exclusion du pâturage pendant 3 ans puis l'application de la technique de mise en défens temporaire (avec pâturage contrôlé 2 mois en été, avec 0,84 têtes ovines/ha) pourrait donc permettre une restauration de ce type de parcours.

Un estivage ovin et caprin est donc envisageable sans altérer le taux de recouvrement ni le niveau de production, la diversité et la richesse floristiques. Ce n'est qu'à ce prix qu'il sera possible d'assurer dans ces milieux une production animale durable, s'appuyant sur la production fourragère des parcours, tout en maintenant la qualité de l'environnement.

Accepté pour publication,  
le 24 octobre 2013.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AIDOU D. A. (1989) : *Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés (Hautes Plaines Algéro- Oranaises, Algérie)*, thèse Doct. Etat, Univ. Sci. Techn. H. Boumediene, Alger, 240 p. + annexes.
- AIDOU D. A. (1992) : "Les parcours à alfa (*Stipa tenacissima* L.) des Hautes Plaines algériennes : Variations interannuelles et productivité", Gaston A., Kernick M. et Le Houérou. H.N. éd., *Actes du 4<sup>e</sup> Congr. Int. des Terres de Parcours*, Montpellier (France), 22-26 avril 1991, CIRAD, 198-199.
- AIDOU D. A., LE FLOU'CH E., LE HOUEROU H.N. (2006) : "Les steppes arides du nord de l'Afrique", *Sécheresse*, 17, 1-2, 19-30.
- ARONSON J., SHMIDA A. (1992) : "Plant species diversity along a Mediterranean desert gradient and its correlation with interannual rainfall fluctuations", *J. Arid Environments*, 23, 235-247.
- ARONSON J., LE FLOU'CH E., OVALLE C. (2002) : "Semi-arid woodlands and desert fringes", Perrow M., Davy A. eds., *Handbook of Ecological Restoration*, Cambridge University Press (UK), vol. 2, 466-485.
- AYYAD M.A., EL-KADI H.F. (1982) : "Effect of protection and controlled grazing on the vegetation of a Mediterranean desert ecosystem in northern Egypt", *Vegetatio*, 49, 129-139.
- BALENT G., ALARD D., BLANFORD V., POUDEVIGNE I. (1999) : "Pratiques de gestion, biodiversité floristique et durabilité des prairies", *Fourrages*, 160, 385-402.
- BARBAULT R. (1992) : *Écologie des peuplements, structure, dynamique et évolution*, Masson, Paris, 273 p.
- BARBERO M., QUEZEL P., LOISEL R. (1990) : "Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens", *Forêt Méditerranéenne*, 12, 194-215.
- BOWERS M.A. (1987) : "Precipitation and the relative abundances of desert winter annuals: a 6-year study in the northern Mohave Desert", *J. Arid Environments*, 12, 141-149.
- CHAIEB M. (1989) : *Influence des ressources hydriques du sol sur le comportement comparé de quelques espèces végétales de la zone aride Tunisienne*, thèse Doct., USTL, Montpellier, 293 p.
- DAGET P. (1980) : "Sur les types biologiques en tant que stratégie adaptative (cas des thérophytes)", Barbault R., Blandin P., Meyer J.A. eds., *Recherches d'écologie théorique, les stratégies adaptatives*, Paris, 89-114..
- DAGET P., POISSONET J. (1971) : "Analyse phytologique des prairies. Applications agronomiques", *Ann. d'Agronomie*, 22, 5-41.
- DANIN A., ORSHAN G. (1990) : "The distribution of Raunkiaer life forms in Israel in relation to the environment", *J. Vegetation Sci.*, 1, 41-48.

- DUMONT B., MEURET M., BOISSY A., PETIT M. (2001) : "Le pâturage vu par l'animal: mécanismes comportementaux et applications en élevage", *Fourrages*, 166, 213-238.
- ELLOUMI M., NASR N., SELMI S., CHOUKI S., CHEMAK F., RAGGAD N., NEFZAOUI A., NGAIDO T. (2001) : "Options de gestion des parcours et stratégies individuelles et communautaires des agropasteurs du centre et du sud tunisien", *Int. conf. on policy and institutional options for the management of rangelands in dry areas*, Hammamet (Tunisia).
- EMBERGER R. (1954) : "Une classification biogéographique des climats", *Travaux de l'Institut de Botanique*, Montpellier (France), 3, 3-43.
- FLORET C. (1981) : "The effects of protection on steppic vegetation in the Mediterranean arid zone of southern Tunisia", *Vegetatio*, 46, 117-119.
- FLORET C., GALAN M.J., LE FLOC'H E., ORSHAN G., ROMANE F. (1990) : "Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studying vegetation", *J. Vegetation Sci.*, 1, 71-80.
- GAMOUN M. (2012) : *Impact de la mise en repos sur la dynamique du couvert végétal: Application à la gestion durable des espaces pastoraux sahariens du Sud tunisien*, thèse Doct. Univ. Tunis El Manar, Tunis, 202 p + annexes.
- GAMOUN M. (2013a) : "Vegetation dynamics regulated by grazing and soil type in arid rangelands of Southern Tunisia", *Res. J. Agricultural and Environmental Manage.*, 2 (3), 083-091.
- GAMOUN M. (2013b) : "Grazing intensity effects on the vegetation in desert rangelands of Southern Tunisia", *J. of Arid Land*, doi: 10.1007/s40333-013-0202-y.
- GAMOUN M., CHAIEB M., OULED BELGACEM A. (2010) : "Évolution des caractéristiques écologiques le long d'un gradient de dégradation édaphique dans les parcours du sud tunisien", *Ecologia mediterranea*, 36 (2), 5-16.
- GAMOUN M., OULED BELGACEM A., HANCHI B., NEFFATI M. (2011a) : "Variations de la diversité floristique en fonction du mode de gestion des parcours arides de la Tunisie méridionale", *Ecologia mediterranea*, 37 (2), 33-44.
- GAMOUN M., TARHOUNI M., OULED BELGACEM A., HANCHI B., NEFFATI M. (2011b) : "Response of different arid rangelands to protection and drought", *Arid Land Res. and Manage.*, 25, 372-378.
- GAMOUN M., HANCHI B., NEFFATI M. (2012) : "Dynamic of Plant Communities in Saharan Rangelands of Tunisia", *Arid Ecosystems*, 2, 105-110.
- GINTZBURGER G. (2002) : *Pastoralisme et environnement. Le contrôle et la gestion de l'espace. Thème 3 - Dégradation et restauration / réhabilitation des parcours des zones semi-arides et arides : fiction ou réalité ?*, Projet LEAD, 11 p.
- GRIESBACH M. (2000) : "Inventaire et gestion des problèmes de dégradation des ressources en terres : une contribution au développement durable des territoires ruraux en méditerranée", *L'expérience des programmes et projets du Centre d'Activités Régionales PAM/PNUE dans le cadre d'activités liées à la protection des sols et la gestion des ressources hydrique*, Projets ICAM et CAMP, p 12.
- GUEVARA J.C., GRÜNWARDT E.G., ESTEVEZ O.R., BISIGATO A.J., BLANCO L.J., BIURRUN F.N., FERRANDO C.A., CHIRINO C.C., MORICI E., FERNANDEZ B., ALLEGRETTI L.I., PASSERA C.B. (2009) : "Range and livestock production in the Monte Desert, Argentina", *J. Arid Environments*, 73, 228-237.
- HANCHI B. (1987) : *Effet de contraintes hydriques sur l'écologie et l'écophysologie de Planago albicans*, thèse Doct. d'état, FST, Tunisie, 360 p.
- LARDON S., DEFFONTAINES J.P., OSTY P.L. (2001) : "Pour une agronomie du territoire : prendre en compte l'espace pour accompagner le changement technique", *C.R. Acad.*, Colloque Olivier de Serres, Le Pradel (28-30 septembre 2000), 87, n°4, 187-200.
- LE FLOC'H E. (2000) : "Discours-programme: Réhabilitation des écosystèmes arides dégradés : nécessité du recours à du matériel végétal adapté. Session II: la dégradation et la réhabilitation des terres arides", *Actes du séminaire international : La lutte contre la désertification ; ressources en eau douce et réhabilitation des terres dégradées dans les zones arides*, N'djamena (Tchad), 45-50.
- LE FLOC'H E. (2001) : "Biodiversité et gestion pastorale en zone aride et semi-aride méditerranéenne du nord de l'Afrique", *Bocconea*, 13, 223-252.
- LE HOUEROU H.N. (1969) : "La végétation de la Tunisie steppique (avec références aux végétations analogues de l'Algérie, de la Libye et du Maroc)", *Annales de l'INRAT*, Tunis, 42 (5), 617 p + annexes + carte couleurs h.t.
- LE HOUEROU H.N. (1992) : "Relations entre la variabilité des précipitations et celles des productions primaire et secondaire en zone arides", Le Floc'h E., Grouzis M., Cornet A. et Bille J.C. (eds), *L'aridité, une contrainte au développement*, ORSTOM (Paris), 197-220.
- LE HOUEROU H.N. (1995) : "Considérations biogéographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique", *Sécheresse*, 6, 167-182.
- LE HOUÉROU H.N. (1996) : "A probabilistic approach to assessing arid rangelands productivity carrying capacity and stocking rates", *Int. Workshop on Sustainable Use of Rangelands and Desertification Control*, Jeddah (3-6 novembre 1996), 1-19.
- LE HOUEROU H.N. (2005) : "Problèmes écologiques du développement de l'élevage en région sèche", *Sécheresse*, 16(2), 89-96.
- NAVEH Z. (1998) : "From biodiversity to ecodiversity: holistic conservation of the biological and cultural diversity of Mediterranean landscapes", Rundel P.W., Montenegro G., Jakstic F.M. (eds.), *Landscape Disturbance and Biodiversity in Mediterranean-type Ecosystems*, Springer-Verlag, Berlin, 127-140.
- NOY-MEIR I. (1985) : "Desert ecosystem structure and function", Evenari M., Noy Meir I., Goodall D.W. (eds), *Ecosystems of the world - Hot deserts and arid shrublands*, vol. 12A, Elsevier, Amsterdam, 93-103.
- NOY-MEIR I., GUTMAN M., KAPLAN Y. (1989) : "Responses of Mediterranean grassland plants to grazing and protection", *J. Ecol.*, 77, 299-310.
- PEREVOLOTSKY A., ETIENNE M. (1999) : "La gestion raisonnée des parcours du Bassin Méditerranéen : un défi pour le XXI<sup>e</sup> siècle", *Cahiers Options Méditerranéennes*, 39, 129-136.
- PIELOU E.C. (1966) : "The measurement of diversity in different types of biological collections", *J. Theor. Biol.*, 13, 131-144.
- RAUNKIAER C. (1934) : *The life form of plants and statistical plant geography*, Collected papers, Clarendon Press, Oxford, 632 p.
- SEIFAN M. (2009) : "Long-term effects of anthropogenic activities on semi-arid sand dunes", *J. Arid Environments*, 73, 332-337.
- SHANNON C.E. (1948) : "A mathematical theory for communication", *Bell syst. tech. J.*, 27, 379-423.
- TILMAN D., EL HADDI A. (1992) : "Drought and biodiversity in Grasslands", *Oecologia*, 89, 257-264.
- TUCKER C.J., DREGNE H.E., NEWCOMB W.W. (1991) : "Expansion and contraction of the Sahara desert from 1980 to 1990", *Science*, 253, 299-301.
- VALENTINE J.F. (2001) : *Grazing Management*, 2<sup>nd</sup> ed., Academic Press, San Francisco (CA), 659 p.
- WEST N.E. (1993) : "Biodiversity of rangelands", *J. Range Management*, 46, 2-13.
- WESTOBY M., WALKER B., NOY-MEIR. I. (1989) : "Opportunistic management for rangelands not at equilibrium", *J. Range Management*, 42, 266-274.
- WU HSIN I., LI B., STOCKER R., LI Y. (1996) : "A semi-arid grazing ecosystem simulation model with probabilistic and fuzzy parameters", *Ecol. Model.*, 90, 147-160.



Association Française pour la Production Fourragère

---

La revue *Fourrages*

est éditée par l'Association Française pour la Production Fourragère

**[www.afpf-asso.org](http://www.afpf-asso.org)**



AFPF – Centre Inra – Bât 9 – RD 10 – 78026 Versailles Cedex – France

Tél. : +33.01.30.21.99.59 – Fax : +33.01.30.83.34.49 – Mail : [afpf.versailles@gmail.com](mailto:afpf.versailles@gmail.com)

Association Française pour la Production Fourragère