

Biodiversité et dynamique de la végétation dans la subéraie de la Maâmora (Maroc)

Effet de la durée de clôture

par Mohamed ABOUROUH, Mohamed TALEB,
Mohamed MAKHLOUFI, Mohamed BOULMANE et James ARONSON

La subéraie de la Maâmora au Maroc, abrite une flore très riche et variée. Elle subit cependant de nombreuses contraintes, notamment anthropiques. Cette étude sur l'évolution de la biodiversité permet la comparaison très précises de parcelles clôturées et non clôturées, afin d'évaluer le rôle de la mise en défens sur l'évolution de la végétation. Les résultats sont très intéressants. Reste maintenant à étudier quel effet cela peut avoir sur la régénération des plantules de chêne-liège. L'appel est lancé aux chercheurs !

Introduction

La subéraie de la Maâmora, la plus vaste du monde, représentait vers 1920 plus de 130 000 hectares et couvrait à elle seule près de 11 % de la superficie mondiale occupée par le Chêne-liège (BENABID, 2002). Cette subéraie s'étend du littoral océanique (à 3 km du rivage entre Rabat et Kenitra) à environ 70 km vers l'intérieur du pays. L'altitude maximale, à son extrémité sud-est, est de 280 m environ. Le relief de ce massif est une succession de surfaces dunaires, de mamelonnements et de vallons dirigés sud-ouest nord-est. La pente, doucement inclinée vers la plaine du Gharb, varie de 0,6 à 0,8 % en moyenne, sauf dans la Maâmora orientale où elle est suffisamment forte pour provoquer une érosion importante.

Les sols de ce massif forestier sont caractérisés par la présence d'horizons sableux sur une profondeur de 0,3 à 7 m. Ces sables surmontent soit des marnes du Miocène, soit des grès du Pliocène. L'ensemble repose sur une argile rouge formée au Villafranchien. Le climat y est océanique, subhumide à l'ouest et tend vers le type semi-aride continental au fur et à mesure que l'on s'éloigne vers l'est.

La subéraie de la Maâmora abrite une flore riche et variée. Elle intègre un ensemble de systèmes écologiques à usages multiples tels

que la production de bois, de liège, de fourrage, de ressources cynégétiques et la récolte de produits forestiers non ligneux (MHIRIT *et al.*, 1996). Cette forêt souffre malheureusement depuis plusieurs décennies de nombreuses contraintes naturelles et anthropiques qui pèsent lourdement sur son système de gestion et qui ont des répercussions très néfastes sur la régénération naturelle du Chêne-liège, et par conséquent sur la dynamique voire la "santé" de son écosystème. Le diagnostic social et pastoral de 1993 montre que la population riveraine compte environ 300 000 habitants soit, en moyenne, 4,5 habitants par hectare de subéraie et que l'effectif du cheptel s'élève à 173 000 têtes ovines et 52 000 têtes bovines, soit une charge animale de 6,4 UPB /ha. Cette densité animale est jugée très élevée par rapport aux possibilités herbagères de la forêt qui ne dépassent pas les 400 UF/ha dans les meilleurs des cas (MHIRIT *et al.*, 1996). Le surpâturage qui en résulte provoque un changement de la flore. Les Chênes-lièges, de même que les arbustes susceptibles d'apporter un complément fourrager en années de sécheresse, sont écimés et fortement mutilés.

Le Chêne-liège, essence principale de la Maâmora, a régressé en superficie d'environ 840 ha/an au cours des 40 dernières années et n'occupe plus actuellement que moins de 70 000 ha. A cette régression de la superficie s'ajoute la menace de disparition d'espèces végétales rares ou endémiques (BENABID, 2000). Les sujets trop chétifs ont été remplacés par *Pinus pinaster* var. *atlantica* (14 100 ha), *Eucalyptus camaldulensis* (40 350 ha), ou par *Acacia mollissima* (1 000 ha), pour produire respectivement du bois d'œuvre, de la pâte à papier et du tanin (BENZYANE, 1998).

Un écosystème naturel ou culturel forestier est évolutif et doit être capable de s'adapter à de nouvelles situations, du moins à l'intérieur de certaines limites (LE TACON *et al.*, 2000). Le concept de "seuil", dans les changements environnementaux, est bien établi en écologie (HOLLING, 1973 ; MAY, 1977 ; WISSEL, 1984 ; GROUZIS, 1988 ; ARONSON *et al.*, 1993a). Même en cas de disparition de la cause de leur dégradation, la plupart des écosystèmes ne peuvent revenir à un état antérieur lorsqu'ils ont franchi ne serait-ce qu'un des seuils, sauf en cas d'interventions volontairement réalisées pour corriger les changements ayant conduit à ce franchissement (LE FLOC'H et ARONSON, 1995).

Plusieurs études, comme par exemple celles de MÉTRO et SAUVAGE (1955) et de SAUVAGE (1961), ont été consacrées à la végétation et à la biodiversité de la forêt de la Maâmora, mais, à l'exception des travaux de NAFAA (2002) sur la dynamique du milieu naturel, aucune analyse de l'évolution de la biodiversité sous l'effet des agents perturbateurs n'a été réalisée. De nombreuses recherches ont cependant mis l'accent, en dehors de la forêt de la Maâmora, sur le rôle des activités pastorales dans la modification de la diversité floristique (HOUSSARD *et al.*, 1980 ; PIGNATI, 1983 ; VAN DER MAAREL, 1993 ; RODRIGUER et GOMEZ-SAL ; 1994 ; KWIATKOWSKA, 1994 ; OUHAMMOU *et al.*, 1996).

La biodiversité est un concept qui nous semble familier mais qui est pourtant difficile à mesurer ou à interpréter (MAGURRAN, 1988 ; in LE TACON *et al.*, 2000). Il existe de nombreuses façons de la quantifier, et différentes échelles pour l'appréhender (LE TACON *et al.*, 2000). Dans les conventions internationales et à beaucoup d'autres niveaux, il est fréquemment mentionné la nécessité de développer des bioindicateurs. La présence ou l'absence de certaines espèces ou de groupes d'espèces, par exemple, permet parfois d'évaluer l'impact d'un facteur ou d'un processus de dégradation. Maintenir la diversité des êtres vivants dans un écosystème nécessite des instruments méthodologiques correspondant généralement au "suivi" de la biodiversité. Les indicateurs mesurables de l'évolution d'un écosystème sont la composition taxonomique, la structure et le fonctionnement, mais aussi les services rendus (ARONSON *et al.* 1993a, b ; HOBBS et HARRIS, 2001). De nombreux paramètres sont suggérés dans la littérature ; leur bon choix repose, entre autres, sur la pertinence, la fiabilité, la sensibilité et la possibilité de généralisation (ARONSON *et al.*, 2002). La biodiversité végétale, indicateur synthétique combinant la composition floristique et le recouvrement des espèces, est particulièrement intéressante dans le contexte de la Maâmora. La composition taxonomique (par exemple floristique) peut mener, à condition d'y ajouter un certain nombre de traits de vie des espèces, à des interprétations plus riches d'enseignement que la seule comparaison des listes d'espèces. On note également l'existence de la notion de "diversité factorielle, biologique, écologique ou systématique" qui prend en compte des caractéristiques des espèces composant la communauté (LE TACON *et al.*, 2000).

Le principal objectif de la présente étude est d'évaluer le rôle que pourra jouer la mise en défens (élimination du parcours et des autres activités humaines) dans la protection et la régénération de la subéraie de la Maâmora, à travers la variation spatio-temporelle de la biodiversité végétale et de la variation du couvert de la végétation et de sa biomasse dans des parcelles clôturées (Cf. Photo 1) et non clôturées (Cf. Photo 2).

Matériel et méthodes

L'étude a été effectuée dans des parcelles clôturées depuis 5 (Cf. Photo 3), 10 et 25 ans et des parcelles témoins non clôturées situées à proximité (Cf. Photo 2). Elle consistait à réaliser des transects de 50 mètres de longueur et 2 mètres de largeur. Les transects des parcelles clôturées et ceux des parcelles non clôturées sont alignés et ne sont séparés que d'environ 20 m. Deux lectures, au niveau de chaque transect, sont effectuées toujours dans la même orientation : un relevé linéaire, pour recenser toutes les espèces rencontrées le long d'une ligne matérialisée par un ruban gradué, tendu au-dessus de la végétation, permettant des estimations quantitatives du recouvrement de la végétation ; un inventaire exhaustif à l'aide de relevés floristiques de toutes les espèces végétales qui se rencontrent sur toute la surface rectangulaire du transect de 100 m².

La biodiversité végétale est mesurée en déterminant :

- la composition floristique et la richesse spécifique (S) représentant respectivement l'ensemble des espèces végétales et la richesse taxonomique (diversité) dans un site donné (ROSELT/OSS, 2003) ;



De haut en bas :

Photo 1 :
Parcelle clôturée à *Genista lignifolia*, mai 2003
Photo M. Abourouh

Photo 2 :
Parcelle non clôturée, mai 2003
Photo M. A.

Photo 3 :
Parcelle clôturée depuis 5 ans, mai 2003
Photo M. A.

Espèces	Familles	Type biologique	Pc (25)	Pc (10)	Pc (5)	Pnc 3	Pnc 2	Pnc 1	
<i>Andryala integrifolia</i> L.	ASTERACEAE	Th	+		+	+	+	+	
<i>Carduus tenuiflorus</i> Curt.		Th	+	+	+	+			
<i>Centaurea sphaerocephala</i> L.		Th	+						
<i>Chrysanthemum segetum</i> L.		Th	+						
<i>Cladanthus arabicus</i> (L.) Cass.		Th	+						
<i>Echinops spinosus</i> L.		Hém (G)							
<i>Filago germanica</i> L.		Th	+		+		+	+	
<i>Hedypnois cretica</i> (L.) Willd.		Th							
<i>Ormenis mixta</i> (L.) Dumort.		Th	+	+			+		
<i>Scolymus hispanicus</i> L.		Hém	+	+	+		+	+	
<i>Tolpis barbata</i> (L.) Gaertn.		Th	+	+	+		+	+	
<i>Anthyllis hamosa</i> Desf.		LEGUMINOSAE	Hém	+	+	+	+		+
<i>Genista anglica</i> L.			Nph		+	+			
<i>Lotus</i> sp.			Th	+					
<i>Ornithopus isthmocarpus</i> Coss.	Th		+				+	+	
<i>Teline linifolia</i>	Nph		+	+	+		+	+	
<i>Trifolium angustifolium</i> L.	Th						+		
<i>Trifolium arvense</i> L.	Th						+		
<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	Th				+		+	+	
<i>Anthoxantum odoratum</i> L.	POACEAE	Th	+	+	+	+	+	+	
<i>Avena sterilis</i> L.		Th	+						
<i>Brachypodium distachyum</i> (L.) P. B.		Th	+	+	+		+	+	
<i>Briza maxima</i> L.		Th	+						
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.		Hém	+	+	+		+	+	
<i>Dactylis glomerata</i> L.		Hém (G)	+	+	+		+	+	
<i>Hordeum murinum</i> L.		Th		+					
<i>Hyparrhenia hirta</i> (L.) Stapf.		Hém	+						
<i>Lolium rigidum</i> Gaud.		Th	+		+			+	
<i>Cf. Oropetium</i> sp.			+					+	
<i>Phleum subulatum</i> (Savi) Asch. & Gren.		Hém (G)		+			+		
<i>Poa pratensis</i> L.		Hém (G)		+	+		+	+	
<i>Vulpia alopecuroides</i> (L.) Webb & Berth.		Th	+	+	+		+	+	
<i>Loeflingia hispanica</i> L.		CARYOPHYLLACEAE	Th	+	+		+	+	+
<i>Paronychia argentea</i> (Pourr.) Lam.	Hém			+				+	
<i>Silene laxiflora</i> Brot.	Th		+	+			+		
<i>Silene tridentata</i> Desf.	Th						+		
<i>Allium</i> sp.	LILIACEAE	G		+					
<i>Asparagus albus</i> L.		G	+						
<i>Asparagus aphyllus</i> L.		G			+		+	+	
<i>Asparagus stipularis</i> Forssk.		G		+			+		
<i>Asphodelus microcarpus</i> Salzm. & Viv.		G	+				+		
<i>Asphodelus</i> sp.		G			+			+	
<i>Urginea maritima</i> (L.) Baker		G					+		
<i>Plantago albicans</i> L.	PLANTAGINACEAE	Th		+					
<i>Plantago coronopus</i> L.		Th (Hém)	+	+	+	+	+	+	
<i>Echium plantagineum</i> L.	BORAGINACEAE	Th	+	+					
<i>Cerinthe major</i> L.		Th	+	+			+		
<i>Cistus crispus</i> L.	CISTACEAE	Ch		+			+		
<i>Cistus salvifolius</i> L.		Ch	+	+		+	+		
<i>Helianthemum guttatum</i> (L.) Mill.		Th	+	+	+	+	+	+	
<i>Eryngium tenue</i> Lam.	APIACEAE	Th		+			+		
<i>Ferula communis</i> L.		G	+		+				
<i>Linaria</i> sp.	SCROPHULARIACEAE	Th						+	
<i>Parentucellia viscosa</i> L.		Th	+						
<i>Verbascum</i> sp.		Hém		+					
<i>Erucastrum leucanthum</i> Coss. & Dur.	BRASSICACEAE	Hém	+						
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.		Th	+			+			
<i>Quercus suber</i> L.	FAGACEAE	Ph	+	+	+	+	+	+	

<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	POLYGONACEAE	Th	+	+	+	+	+	+
<i>Thymelaea lythroides</i> Barratte & Murb	THYMELAEACEAE	Nph	+	+	+	+		+
<i>Anagallis arvensis</i> L.	PRIMULACEAE	Th	+		+	+	+	+
<i>Chamaerops humilis</i> L.	ARECACEAE	Nph		+	+	+	+	+
<i>Erodium triangulare</i> (Forssk.) Musch.	GERANIACEAE	Th	+	+		+	+	
<i>Lavandula stoechas</i> L.	LAMIACEAE	Ch		+			+	
<i>Campanula rapunculus</i> L.	CAMPANULACEAE	Hém		+				
<i>Pyrus mamorensis</i> Trabut	ROSACEAE	Ph	+	+				
<i>Galium</i> sp.	RUBIACEAE	Th		+	+			+
<i>Sedum</i> sp.	CRASSULACEAE			+				+
Total = 68 espèces			42 ⁽³⁾	39 ⁽²⁾	27 ⁽¹⁾	26 ⁽³⁾	33 ⁽²⁾	28 ⁽¹⁾

Les notes (3), (2) et (1) des totaux font référence aux parcelles non clôturées n° 3, 2 et 1. Ex. 42⁽³⁾ est le nombre d'espèces dans la parcelle clôturée (25 ans), à ce nombre correspond 26 espèces de la parcelle non clôturée (3) située en face.

Tab. I :

Liste des espèces inventoriées dans les parcelles clôturées (Pc) après 5, 10 et 25 ans d'abandon et non clôturées (Pnc).

– la diversité alpha qui traduit la diversité des espèces dans une communauté / un habitat (HUSTON, 1994 ; in ROSELT/OSS, 2002) et qui pourrait être mesurée par l'indice de diversité (H') de SHANNON et WEAVER (1949) ;

– la diversité bêta, quantifiant l'importance du remplacement des espèces ou des changements biotiques le long de gradients environnementaux (WHITTAKER, 1972) et mesurant la différence ou la similitude entre les parcelles clôturées et les parcelles non clôturées, évaluée dans ce travail par l'indice de Jaccard (1901 ; in ROUX et ROUX, 1967).

La mesure de la biomasse fraîche des strates arbustive et herbacée au niveau de chaque transect se fait par la méthode directe qui consiste à récolter et peser les différentes espèces existantes à l'intérieur de cinq quadrats de 1 m². La biomasse sèche est estimée sur la base de calculs appliqués après estimation du taux d'humidité de chaque famille végétale, obtenu après séchage des échantillons à 80 °C jusqu'à un poids constant.

Les traitements statistiques ont consisté en des comparaisons multiples des moyennes par le tableau d'analyse de la variance (ANOVA) à un critère de classification.

Résultats et discussion

Composition floristique et richesse spécifique (S)

Le dépouillement des relevés réalisés dans les différentes parcelles choisies a permis de dénombrer au total 68 espèces végétales. Le nombre d'espèces par famille est en moyenne de 13 pour les Poaceae, 11 pour les

Asteraceae, 8 pour les Leguminosae, 7 pour les Liliaceae, 4 pour les Caryophyllaceae, 3 pour les Cistaceae et les Scrophulariaceae, 2 pour les Umbelliferae (Apiaceae), les Cruciferae (Brassicaceae) et les Plantaginaceae, 1 pour les Geraniaceae, les Labiatae (Lamiaceae), les Campanulaceae, les Rosaceae, les Rubiaceae, les Crassulaceae, les Fagaceae, les Polygonaceae, les Thymelaeaceae, les Primulaceae et les Palmaceae (Arecaceae).

L'analyse du tableau I montre que les parcelles clôturées abritent 61 espèces végétales contre seulement 47 dans les parcelles non clôturées. Cette richesse spécifique des parcelles clôturées s'explique par l'élimination du pâturage et de tout autre activité humaine. Les principales espèces qui apparaissent après la mise en défens sont *Avena sterilis*, *Briza maxima*, *Dactylis glomerata*, *Hyparrhenia hirta*, *Lotus* sp., *Centaurea sphaerocephala*, *Chrysanthemum segetum*, *Cladanthus arabicus*, *Ferula communis*, *Linaria* sp. et *Campanula rapunculus*. Certaines de ces espèces, comme *Avena sterilis*, *Briza maxima*, *Dactylis glomerata* et *Hyparrhenia hirta*, ont une grande valeur fourragère.

Diversité alpha ou Indice de diversité spécifique de Shannon et Weaver (1949)

La diversité spécifique est beaucoup plus importante dans les parcelles clôturées que dans les parcelles non clôturées et elle augmente avec la durée d'abandon du pâturage (Cf. Fig. 1). La composition floristique qualitative (richesse spécifique) et quantitative (fréquence relative des espèces) sont donc influencées par la mise en défens.

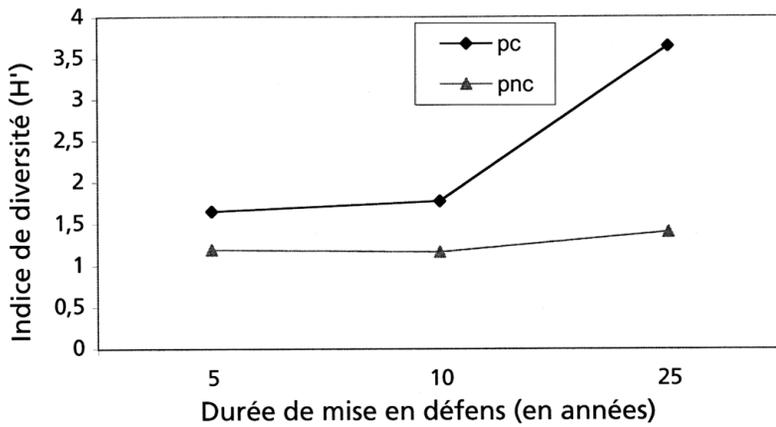
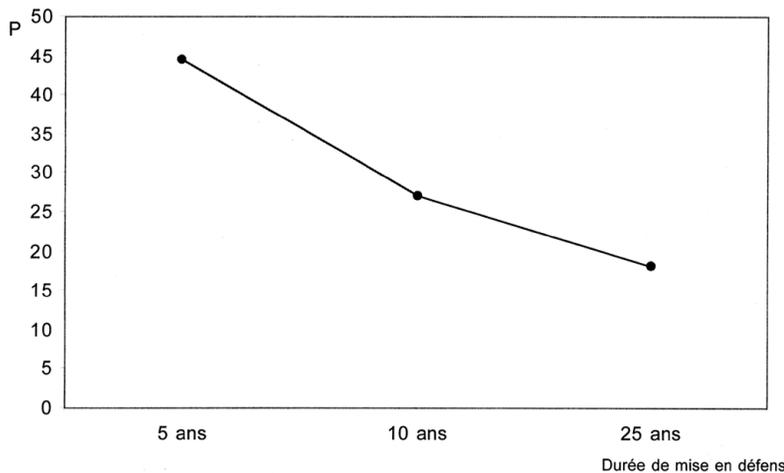


Fig. 1 : Indice de diversité spécifique (H') des transects dans les parcelles clôturées (pc) et dans les parcelles non clôturées (pnc).

Ces résultats montrent que les différents stades de dégradation de la subéraie de la Maâmora sont encore fonctionnels et que la reconstitution, la conservation et la restauration de son capital biodiversité restent toujours possibles par les mises en défens.

Bien que la richesse spécifique soit l'indice de diversité le plus simple et le plus facile à manipuler, il n'est pas suffisant pour analyser le fonctionnement d'un écosystème. Si l'hypothèse de MACARTHUR (1955) prévoit qu'une augmentation de la richesse spécifique conduit à une plus grande stabilité de l'écosystème, on n'en connaît pas encore la cause réelle : la richesse spécifique et/ou la diversité fonctionnelle (HUSTON, 1997 ; ALLISON, 1999). L'analyse de la richesse spécifique en termes fonctionnels fait appel aux caractéristiques biologiques des plantes (types biologiques, types de dissémination des semences, etc...). Il apparaît que la prise

Fig. 2 : Variation de l'indice de similitude floristique de Jaccard au niveau des parcelles clôturées et des parcelles non clôturées.



en compte des traits biologiques des espèces permet, par exemple, de mettre en évidence une modification importante de la structure de la végétation en fonction de la durée de clôture (ARONSON *et al.*, 2002).

Diversité bêta

Le coefficient de similitude floristique (P) permet de caractériser objectivement et quantitativement le degré de ressemblance entre des listes d'espèces. Pour les parcelles clôturées et les parcelles non clôturées, la figure 2 illustre le fait que ce coefficient diminue au fur et à mesure que la durée de l'abandon du pâturage augmente. En effet, lorsque cette durée devient importante, on assiste à une tendance d'un retour progressif vers le "climax" supposé d'origine ; en tout cas, beaucoup d'espèces végétales autochtones se régénèrent. Ceci met en évidence le rôle capital de la mise en défens sur la régénération des espèces et sur la diversité et la richesse spécifique.

Recouvrement

Les recouvrements des différents types biologiques et groupes fonctionnels dans les parcelles clôturées et les parcelles non clôturées sont rapportés dans le tableau II. Les résultats obtenus montrent qu'en général le recouvrement des arbustes et des herbacées pérennes augmente avec la durée de mise en défens tandis que celui des annuelles diminue, à l'exception de la parcelle clôturée d'Aïn Johra, où le recouvrement des annuelles augmente suite à l'élimination, en partie par l'homme, des arbustes, pour favoriser le développement des herbacées et principalement des Poaceae qui servent de nourriture pour le gibier. La dégradation des arbustes et des herbacées pérennes en dehors de la clôture semble donc être compensée par le développement des annuelles.

L'abandon du pâturage favorise le développement, en nombre et en recouvrement, des Asteraceae (principalement des annuelles : *Ormenis mixta*, *Tolpis barbata*, *Scolymus hispanicus*, *Carduus tenuiflorus* et *Centaurea sphaerocephala*) et des Légumineuses (Fabaceae) avec *Teline linifolia*, *Genista* sp. (Cf. Photo 1), *Anthyllis hamosa*, *Trifolium arvense* et *Trifolium campestre*, qui occupent un espace important par rapport aux autres familles, principalement les Poaceae (*Vulpia alopecuros*, *Anthoxanthum odoratum*, *Brachypodium*

	5 ans		10 ans		25 ans	
	Pc	Pnc	Pc	Pnc	Pc	Pnc
Arbres	0.25	40.50	0	0	0	27
Arbustes	47.50	5.60	36.70	0.50	33.70	6.80
Herbacées pérennes	10.87	0	8.70	0	1.20	2
Herbacées annuelles	40.93	55.60	54.10	97.90	62.80	33.20
Graminées annuelles	37.20	50.60	42.90	92.50	32.4	31.10
Graminées pérennes	0	0	0	0	0	0
Légumineuses annuelles	0	0	0	0	1.2	0.6
Légumineuses (arbustes et herbacées pérennes)	32.40	0	35.90	0	23.1	0.3
Composées	0.60	0.60	6.30	5.40	8.6	0.6
Autres familles	33.80	48.40	14.40	2.10	21.2	53.5

Tab. II :
Recouvrement (%) des différents types biologiques et groupes fonctionnels dans les parcelles clôturées (Pc) et les parcelles non clôturées (Pnc).

distachyum, *Poa pratensis* et *Dactylis glomerata*). Ces deux familles sont défavorisées dans les parcelles non clôturées, sous l'effet du pâturage, ce qui permet aux Poaceae, surtout *Vulpia alopecuroides* et *Anthoxanthum odoratum*, de conquérir le milieu.

L'arrêt du pâturage, par la mise en défens, se traduit par une augmentation du recouvrement surtout arbustif (*Teline linifolia*, *Chamaerops humilis*, *Cistus salviifolius*, *Cistus crispus*, *Lavandula stoechas* et *Thymelaea lythroides*). En dehors de la clôture, seuls les arbustes qui résistent à la dent du bétail, en particulier *Thymelaea lythroides* et *Chamaerops humilis*, persistent parfois. Comme cela avait été déjà noté par SAUVAGE (1961) il y a plus de 40 ans, la Maâmora ne présente plus aucun arbuste ou arbrisseau à proximité des lisières et des lieux les plus pâturés. L'altération des populations végétales s'étend en fonction de la sensibilité spécifique des espèces et les communautés végétales s'appauvrissent qualitativement. Il en résulte une banalisation de la flore suite à l'invasion progressive des espèces tolérantes ou résistantes au pâturage, lesquelles n'ayant plus de compétiteurs limi-

tant leur extension occupent les superficies devenues libres (SEMAL, 1989).

Nous avons constaté que l'accroissement du recouvrement des arbustes, principalement celui de *Teline linifolia*, dans les parcelles

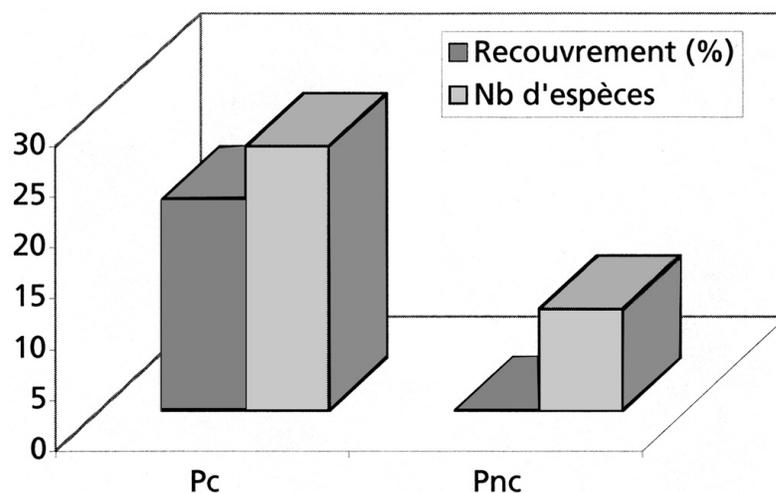
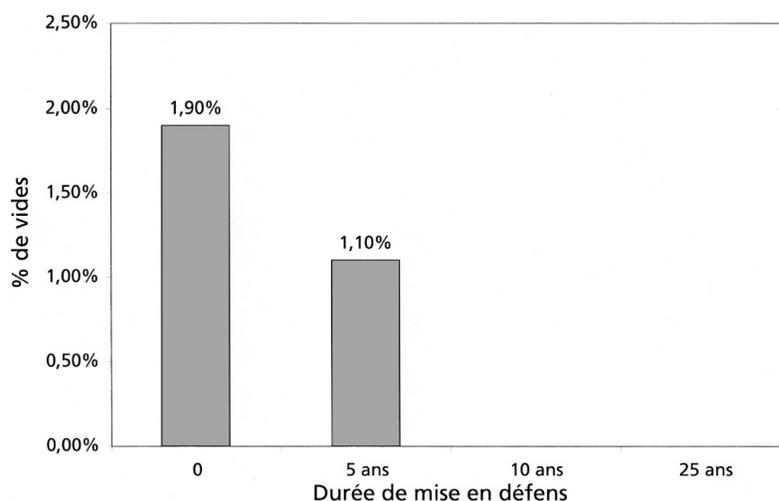


Fig. 3, en haut :
Variation du nombre moyen d'espèces en fonction du recouvrement de *Teline linifolia* dans les parcelles clôturées (Pc) et les parcelles non clôturées (Pnc).

Fig. 4, ci-contre :
Evolution du pourcentage des vides (portions non couvertes par la végétation) avec la durée de mise en défens.



clôturées est accompagné par une augmentation de la richesse floristique (Cf. Fig. 3). QUARRO (1995) a également noté que la strate herbacée s'enrichit en espèces lorsque le recouvrement de ce même arbuste devient important. *Teline linifolia* est cependant susceptible de constituer de véritables maquis et ainsi de faire disparaître les autres éléments

du groupement, ce qui constitue une évolution nettement régressive de la forêt (MÉTRO et SAUVAGE, 1955).

La figure 4 illustre le fait que, le long des transects des parcelles non clôturées et clôturées depuis 5 ans, les portions dépourvues de végétation ne représentent que 1,9 % et 1,10 % respectivement. Ces vides disparaissent complètement dans les parcelles clôturées depuis 10 et 25 ans. Ils ont été comblés par le développement de la végétation, suite à la mise en place de la clôture.

Types biologiques

L'analyse de la variation du recouvrement des types biologiques les plus importants dans les parcelles clôturées et non clôturées (Cf. Fig. 5 à 7) permet de dire que, d'une manière générale, les hémicryptophytes (herbacées pérennes) et les chaméphytes (arbustes) deviennent majoritaires dans les parcelles clôturées, alors que les thérophytes (herbacées annuelles) sont abondants dans les parcelles non clôturées. La régression des hémicryptophytes et des chaméphytes dans les parcelles non clôturées est compensée par le développement des thérophytes.

Biomasse

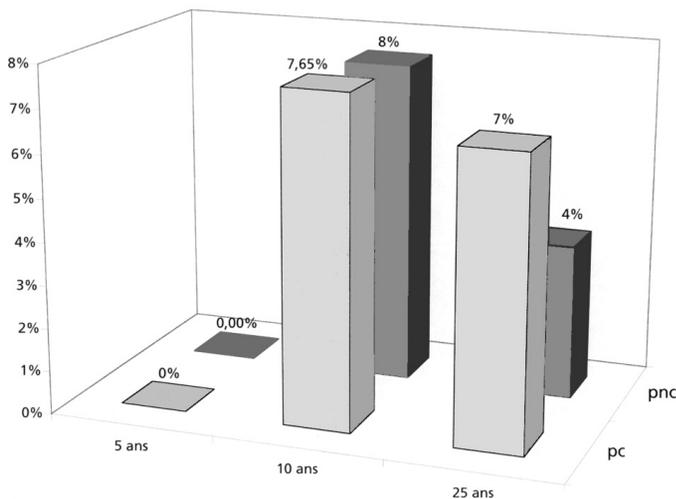
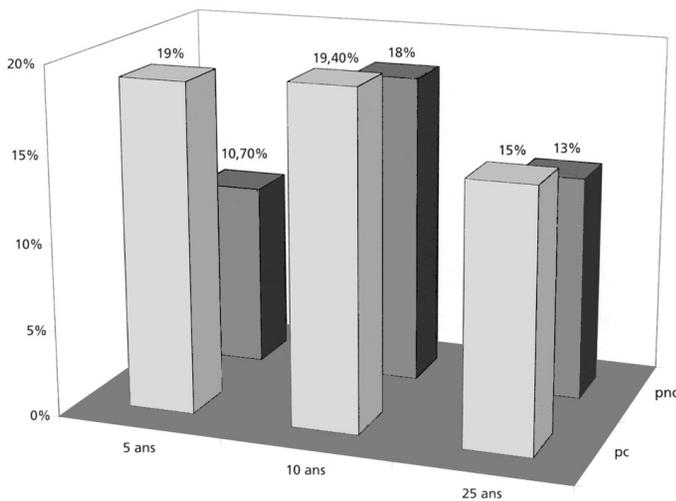
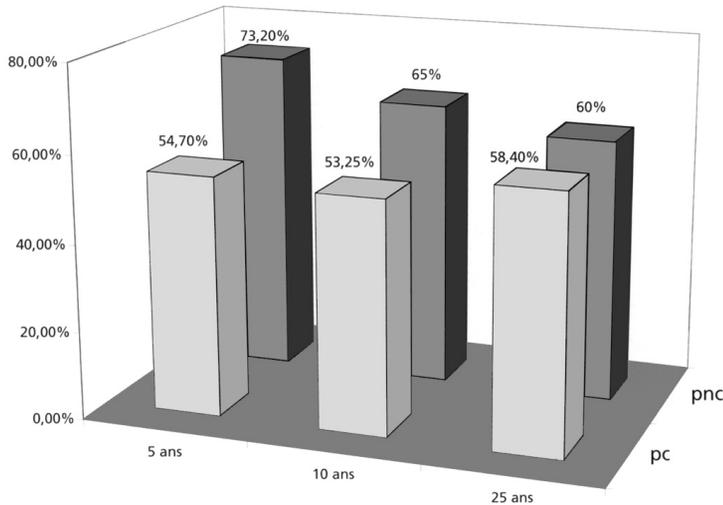
L'installation de la clôture a un effet direct sur la variation de la biomasse en quantité et qualité. La biomasse totale augmente avec la durée de mise en défens (Cf. Fig. 8) : elle est très importante durant les cinq premières années, pouvant atteindre plus de 300 %, et augmente de 60 % durant les cinq années suivantes.

De haut en bas :

Fig. 5 :
Evolution du recouvrement des thérophytes dans les parcelles clôturées (pc) et non clôturées (pnc).

Fig. 6 :
Evolution du recouvrement des hémicryptophytes dans les parcelles clôturées (pc) et non clôturées (pnc).

Fig. 7 :
Evolution du recouvrement des chaméphytes dans les parcelles clôturées (pc) et non clôturées (pnc).



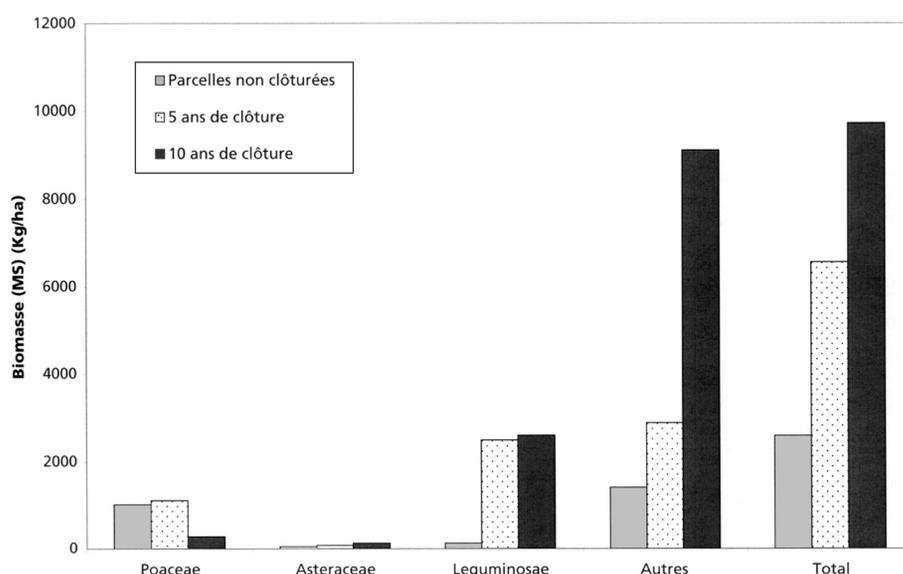


Fig. 8 :
Variation de la biomasse par familles dans les parcelles clôturées et non clôturées.

La mise en défens entraîne une diminution de la biomasse des graminées (Poaceae) à partir de la cinquième année. En effet, la concurrence des autres familles ne devient significative qu'après un certain nombre d'années de protection et diminue lorsque la durée de clôture augmente.

La biomasse des composées (Asteraceae), des légumineuses (Leguminosae) et des autres familles augmente avec la durée d'abandon du pâturage.

L'installation de la clôture entraîne donc une augmentation de la biomasse totale et favorise l'apparition et le développement d'espèces pérennes (composées, légumineuses et autres) aux dépens d'espèces annuelles et de graminées en particulier.

Régénération

L'élimination du pâturage favorise une redynamisation de la végétation et permet à certaines espèces végétales de se régénérer, surtout celles organisatrices de l'écosystème à *Quercus suber* telles que *Teline linifolia*, *Thymelaea lythroides*, *Chamaerops humilis*, *Lavandula stoechas* et *Cistus salviifolius* (Cf. Tab. III). L'intensité de cette régénération naturelle est proportionnelle à la durée de clôture. MÉTRO et SAUVAGE (1955) ont déjà noté que le groupement constitué par le Chêne-liège à sous-bois plus ou moins restreint de ciste, lavande, doum et cytise arborescent représente un stade d'équilibre où les conditions de régénération de tout le groupement végétal, y compris le Chêne-liège, sont en général réalisées. L'absence complète de sous-bois ligneux ou la présence de la seule passerine (*Thymelaea lythroides*) caractérise

au contraire des groupements de dégradation avancée, où les conditions de régénération du Chêne-liège sont nulles ou très aléatoires.

Conclusion

L'étude de l'évolution de la structure de la végétation dans les parcelles clôturées et non clôturées a permis la mise en évidence de l'effet de l'activité humaine (pâturage et autres) sur la végétation de la Maâmora. La durée de mise en défens a des effets bénéfiques sur le recouvrement de la végétation, sa richesse et sa diversité spécifique ainsi que sa biomasse. Tous ces résultats, qui présentent un intérêt pratique dans la restauration et la réhabilitation des milieux perturbés et principalement dans la reconstitution des écosystèmes dégradés et aussi dans la lutte contre la désertification, nécessitent d'être confirmés par un suivi régulier basé sur des observations répétées dans le temps.

Les différents paramètres analysés au cours de cette étude pourraient être considérés comme des indicateurs pertinents pour la

Tab. III :
Espèces régénérées après la clôture.

Espèces végétales	Nombre d'individus régénérés par espèce végétale			
	0 ans	5 ans	10 ans	25 ans
<i>Teline linifolia</i>	3	59	1	3
<i>Thymelaea lythroides</i>	0	1	0	0
<i>Chamaerops humilis</i>	0	2	0	0
<i>Lavandula stoechas</i>	0	0	20	9
<i>Cistus salviifolius</i>	1	0	23	1

Mohamed
ABOUROUH,
Mohamed TALEB,
Mohamed
MAKHOULFI,
Mohamed
BOULMANE
Chercheurs
en sylviculture et en
écologie à la Division
de recherches
et expérimentations
forestières (DREF)
BP 763
Agdal, Rabat
Maroc
Courriel : abourouh
mohamed
@hotmail.com

James ARONSON
Chercheur
en écologie
de la restauration
au Centre d'écologie
fonctionnelle
et évolutive
U.P.R. 5175, C.N.R.S.
1919, Route de
Mende
34293 Montpellier
France
Courriel : james.
aronson@cefe.cnrs.fr

détection des changements de la biodiversité végétale, et leur suivi permettra de restaurer le capital biodiversité et de déterminer la trajectoire évolutive de la subéraie de la Maâmora. Pour compléter ces résultats, des études d'impact du pâturage sur la structure, la matière organique, la dynamique et la microfaune des sols ainsi que sur la croissance du Chêne-liège et des autres arbres devraient être entamées. Le but à long terme serait de conserver et de restaurer le capital biodiversité de la subéraie.

**M.A., M.T., M.M.,
M.B., J.A.**

Remerciements

Nous tenons à remercier Edouard Le Floch qui a bien voulu relire et critiquer ce texte, ainsi que Christelle Fontaine pour l'aide à la préparation du manuscrit.

Ce travail a été réalisé dans le cadre du Projet de recherches agronomique pour le développement (PRAD) 01-11 intitulé "Réhabilitations des formations de Chêne-liège (*Quercus suber* L.) : aspects microbiologiques et écologiques".

Bibliographie

- Allison G. W. The implications of experimental design for biodiversity manipulations. *Am. Nat.*, 153, 1999, pp. 26-45.
- Aronson J., Floret C., Le Floch E., Ovalle C. et Pontanier R. Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems. I. A view from the South. *Restoration Ecology*, 1, 1993a, pp. 8-17.
- Aronson J., Floret C., Le Floch E., Ovalle C. et Pontanier R. Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems. II. Case studies in Chile, Tunisia and Cameroon. *Restoration Ecology*, 1, 1993b, pp. 168-187.
- Aronson J., Le Floch E., Gondard H., Romane F. et Shater, Z. Gestion environnementale en région méditerranéenne : références et indicateurs liés à la biodiversité végétale. *Revue Ecologie (Terre Vie)*, supplément 9, 2002, pp. 225-240.
- Benabid A. Flore et écosystème du Maroc : évaluation et présentation de la biodiversité. Editions Ibis Press, Paris, France, 2000, 359 pages.
- Benabid A. Désertification, inondations et disparition des ressources naturelles : forêts, sol, eau (Eviter l'accélération d'une catastrophe écologique et redynamiser nos écosystèmes forestiers). "Actes du colloque national sur les dépérissements des forêts". (Abourouh, M. et Bakry, M. Eds.), 28 et 29 février 1996, Rabat, Division de Recherches et Expérimentations Forestières, Rabat, 2002, pp. 1-19.
- Benzyane M. La subéraie marocaine : produit économique et social à développer. "Actes du Séminaire méditerranéen sur la régénération des forêts de Chêne-liège". Tabarka, du 22 au 24 octobre 1996, Annales de l'INGREF (Numéro spécial), 1998, pp. 12-21.
- Grouzis M. Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'Oursi, Burkina Faso), Université de Paris-Sud, ORSTOM, Etudes et thèses, 1988.
- Hobbs R. J. et Harris J. A. Restoration ecology: Repairing the Earth's ecosystems in the new millennium. *Restoration Ecology*, 9, 2001, pp. 239-246.

- Holling C. S. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 41, 1973, 1-23.
- Houssard C., Escarre J. et Romane F. Development of species diversity in some Mediterranean plant communities. *Vegetatio*, 43, 1980, pp. 59-72.
- Huston M. A. Hidden treatments in ecological experiments: re-evaluating the ecosystem function of biodiversity. *Oecologia*, 110, 1997, pp. 449-460.
- Kwiatkowska A. J. Changes in the species richness, spatial pattern and species frequency associated with the decline of oak forest. *Vegetatio*, 112, 1994, pp. 171-180.
- Le Floch E. et Aronson J. Ecologie de la restauration. Définition de quelques concepts de base. *Nature – Science – Sociétés, Hors Série*, 1995, pp. 29-35.
- Le Tacon F., Selosse M.-A. et Gosselin F. Biodiversité, fonctionnement des écosystèmes et gestion forestière. Première partie. *Revue Forestière Française*, LII(6), 2000, pp. 477-496.
- MacArthur R. Fluctuations of animal populations and a measure of community stability. *Ecology*, 36, 1955, pp. 533-536.
- Magurran A. E. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, 1988.
- May R. M. Thresholds and breaking points in ecosystems with a multiplicity of stable states. *Nature*, 268, 1977, 471-477.
- Métro A. et Sauvage Ch. Flore des végétaux ligneux de la Mamora. La nature du Maroc I, 1955, 499 pages.
- Mhirit O., Benzyane M. et Neggar M. L'aménagement sylvo-pastoral : un outil de gestion et un préalable à la sauvegarde des écosystèmes forestiers marocains. "Actes de l'Atelier sur le Sylvopastoralisme". Du 25 au 28 Octobre 1995, ENFI Salé, Maroc. *Annales de la Recherche Forestière au Maroc (Tome spécial)*, 1996, pp. 20-35.
- Nafaa R. Dynamique du milieu naturel de la Mamora. Paléoenvironnement et évolution actuelle de la surface. Univ. Hassan II. Mohammadia. Publication de la Faculté des lettres. Edition Sciences humaines. Série thèse novembre 2002.
- Ouhammou A., Muller S. et Mhirit O. Impact des activités pastorales sur la biodiversité floristique dans une thuriferaie limitrophe du Parc National de Toubkal, Haut Atlas de Marrakech, Maroc. *Acta Bot. Gallica*, 143 (4/5), 1996, pp. 393-401.
- Pignati S. Human impact in the vegetation of the Mediterranean basin. "Man's impact on vegetation". (Hosler W., Weger M. A. J. et Ikusima I. Eds.). Dr. W. Junk Publishers, 1983, pp. 151-161.
- Quarro M. Effet des couverts arboré et arbustif sur les potentialités herbagères en forêt de chêne-liège de la Mamora Occidentale (Maroc). "Systèmes sylvopastoraux. Pour un environnement, une agriculture et une économie durables = Sylvopastoral systems. Environmental, agricultural and economic sustainability". CIHEAM-IAMZ, Zaragoza, 1995, pp. 103-106.
- Rodriguer M. A. et Gomez-Sal A. Stability may decrease with diversity in grassland communities: empirical evidence from the 1986 Cantabrian Mountains (Spain) drought. *Oikos*, 71 (1), 1994, pp. 177-180.
- ROSELT/OSS. Guide méthodologique. La biodiversité végétale : définition, concept, démarche scientifique et méthodologique et mesures de la diversité végétale. Version provisoire, 2002, 53 pages + annexes.
- ROSELT/OSS. Evaluation et surveillance de la flore et de la végétation. Contribution technique n°1, 2003, 72 pages.
- Roux G. et Roux M. A propos de quelques méthodes de classification en phytosociologie. *Revue de Statistique Appliquée*, 15 (2), 1967, pp. 59-72.
- Sauvage Ch. Recherches géobotaniques sur les subéraies marocaines. *Travaux de l'Institut Scientifique Chérifien*, Rabat, Série Botanique n° 21, 1961, 462 pages.
- Semal J. Les maladies des plantes : concepts généraux. "Traité de pathologie végétale" (Semal J. Ed.). Presses Agronomiques de Gembloux, 1989, pp. 11-38.
- Shannon C. E. et Weaver W. *The mathematical theory of communication*. Urbana, Chicago I11, Univ. Illinois Press, 1949, 125 pages.
- van der Maarel E. Some remarks on disturbance and its relations to diversity and stability. *Journal Vegetation Science*, 5, 1993, pp. 295-302.
- Whittaker R. H. Evolution and measurements of species diversity. *Taxon*, 21, 1972, pp. 213-251.
- Wissel C. A universal law of the characteristic return time near thresholds. *Oecologia*, 65, 1984, 101-107.

Résumé

La subéraie de la Maâmora, qui abrite une flore riche, variée et intègre un ensemble de systèmes écologiques à usages multiples, subit depuis plusieurs décennies de nombreuses contraintes naturelles et anthropiques qui pèsent lourdement sur son système de gestion et le rendent démodé. Le surpâturage par le bétail dont souffre ce massif se traduit par un changement de la flore et une diminution de la superficie occupée par le Chêne-liège. Ce travail a permis d'évaluer le rôle de la mise en défens de durée variable (5, 10 et 25 ans), dans la protection et la régénération de la subéraie. L'analyse des relevés montre que les parcelles clôturées abritent 61 espèces végétales contre 47 seulement dans les parcelles non clôturées et que la diversité spécifique et le recouvrement des arbustes et des herbacées pérennes augmentent avec la durée de mise en défens. Dans les parcelles clôturées, l'accroissement du recouvrement des arbustes s'accompagne d'une augmentation de la richesse floristique. Lorsque la durée de protection contre le pâturage augmente, on assiste à une disparition complète des zones dépourvues de végétation et à une tendance à un retour progressif vers le "climax" supposé d'origine : de nombreuses espèces végétales autochtones se régénèrent. La mise en défens entraîne une diminution de la biomasse des graminées (Poaceae) et une augmentation de celle des composées (Asteraceae), des légumineuses (Fabaceae) et des autres familles. Une brève discussion est faite de la pertinence de ce travail pour la restauration du « capital biodiversité » dans la Maâmora et autres subéraies.

Summary

Biodiversity and vegetation dynamics in the Maâmora cork oak woodlands (Morocco). Impact of the duration of fencing.

The Maâmora Cork Oak woodland, with a rich, varied flora and a series of multi-uses ecological systems, has suffered for decades from many natural and human constraints, causing its traditional management system to become seriously outmoded. In particular, chronic overgrazing by domestic livestock has led to changes and impoverishment of the flora and decreased both the area and natural regeneration of Cork Oak. This study permitted the evaluation of the importance of grazing exclusion of varying duration (5, 10 and 25 years) for the protection and regeneration of the Cork Oak woodland. The analysis of botanical surveys showed that fenced plots contained 61 plant species as opposed to 47 in unfenced ones. In addition, plant species diversity and shrub and perennial herbaceous cover increased with the duration of grazing exclusion. In fenced plots, the rise of shrub cover was positively correlated with increase in species richness. When duration of protection against ruminant grazing increased, areas without vegetation disappeared and tended to evolve towards the original "climax": many species regenerate. Fencing led to a decrease in grass (Poaceae) biomass and an increase in the biomass of composites (Asteraceae), leguminous (Leguminosae) and other families. Discussion is made of the pertinence of this study for the long-term restoration of biodiversity and natural heritage of the Maâmora and other cork oak woodlands.

Resumen

El alcornoque de la Maâmora, que alberga una gran riqueza florística ligada a un complejo sistema ecológico de usos múltiples, está afectado desde hace varias décadas por limitaciones naturales y antrópicas que hacen que el sistema de gestión tradicional sea hoy día inapropiado. El sobrepastoreo por el ganado impone un cambio y empobrecimiento de la flora y una disminución de la superficie ocupada por el alcornoque (*Quercus suber*). Este trabajo ha permitido evaluar el rol de la exclusión del pastoreo por periodos variables (de 5, 10 y 25 años) en la protección y regeneración del alcornoque. El análisis de los inventarios florísticos realizados dentro y fuera de las exclusiones, muestra que las parcelas excluidas contienen 61 especies vegetales mientras que las no protegidas poseen solamente 47 especies. La diversidad específica y la cobertura de los arbustos y de herbáceas perennes han aumentado con el periodo de protección. En las parcelas excluidas, el incremento de la cobertura de los arbustos fue acompañado de un aumento de la riqueza florística de especies autóctonas. Cuando el periodo de exclusión fue superior a 5 años, las zonas desnudas de vegetación desaparecen y se produce un retorno hacia el "climax" esperado; por lo menos muchas especies vegetales autóctonas se regeneran rápidamente. La exclusión del pastoreo conlleva también una disminución de la biomasa de las gramíneas anuales (Poaceae) y un aumento de las compuestas (Asteraceae), de las leguminosas (Fabaceae) y de otras familias. Se discute brevemente la pertinencia de este estudio para la restauración del «capital biodiversidad» en la Maâmora en otros alcornoques.