

Phytomasse aérienne du cytise de Battandier

(*Argyrocytismus battandieri* Maire) dans le Moyen Atlas marocain

M. Bakkali¹, M. Qarro², M. Diouri¹, M. Barbero³, A. Bourbouze⁴

Le Cytise de Battandier, arbuste fourrager du Moyen Atlas central Marocain appartenant à la famille des légumineuses, est menacé de disparition. En vue de connaître les conditions de survie de cette ressource pastorale et d'améliorer l'aménagement sylvo-pastoral, les principaux facteurs environnementaux déterminant sa biomasse ont été étudiés.

RÉSUMÉ

La biomasse épigée d'*Argyrocytismus battandieri* M. a été appréhendée dans le Moyen Atlas tabulaire Marocain à partir de données dendrométriques de 251 arbustes pour l'évaluation de la phytomasse. Les placettes sont réparties selon un dispositif d'échantillonnage aléatoire stratifié selon les types de station. La biomasse est évaluée par stratification de l'arbuste en classes de brins similaires en diamètre basal et en densité de feuillage. Un double échantillonnage des brins a été effectué au niveau de chaque classe.

Dans les stations mises en défens, *Argyrocytismus battandieri* M. préfère les substrats basaltiques aux substrats carbonatés et parmi ceux-ci, la biomasse est plus élevée sur calcaire que sur dolomie. Sur basalte et sous intense pression pastorale, l'effet de la strate arborescente couvrant l'arbuste, est significativement dépressif sur la phytomasse aérienne. Une pression de pâturage intense contribue à la destruction de l'espèce. Une pression pastorale moyenne sur substrat basaltique, est significativement favorable à la production de l'arbuste, comparée à celle des stations protégées.

MOTS CLÉS

Arbre fourrager, *Argyrocytismus battandieri* M., biomasse, couvert végétal, facteur édaphique, gestion du pâturage, légumineuse, Maroc, méthode d'estimation, production végétale, ressources fourragères, zone Méditerranéenne, zone sub-humide.

KEY-WORDS

Argyrocytismus battandieri M., biomass, edaphic factor, estimation method, forage resource, forage tree, grazing management, legume, Mediterranean region, Morocco, plant cover, plant production, sub-humid region.

AUTEURS

1 : Faculté des Sciences, Biologie, BP 4010, Beni M'hamed, Meknès (Maroc).

2 : Ecole Nationale Forestière d'Ingénieurs, BP 511, Tabriquet, Salé (Maroc).

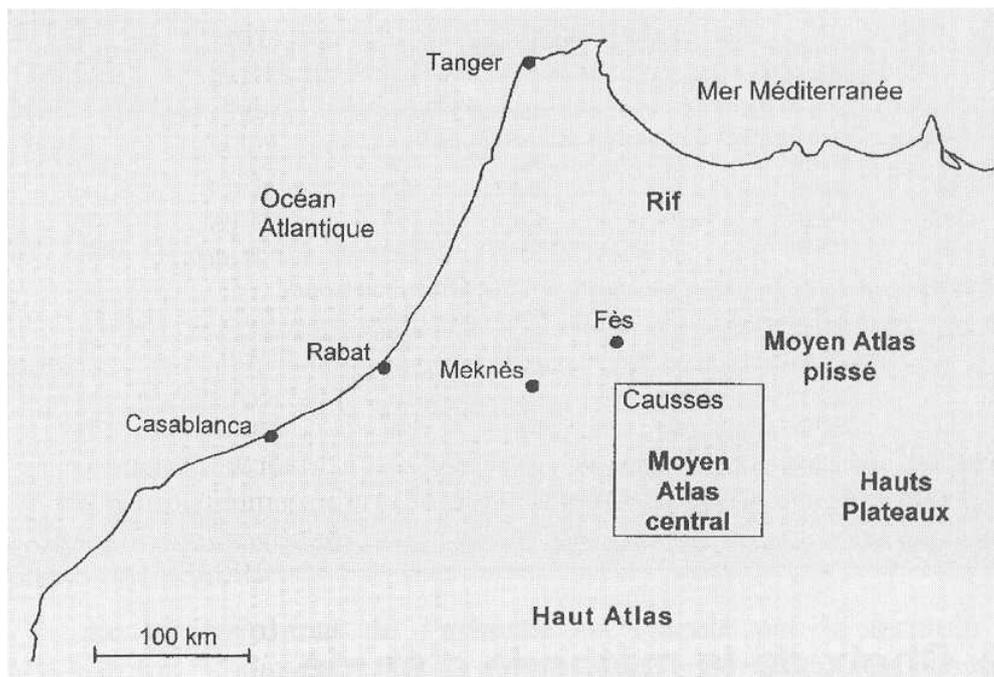
3 : Botanique et Ecologie méditerranéenne, F.S.T. Saint-Jérôme, Université Aix-Marseille III, Av. Escadrille Normandie-Niemen, F-13397 Marseille cedex 13 (France).

4 : Institut Agronomique Méditerranéen, 3191 route de mende, F-34093 Montpellier cedex 5 (France).

Le cytise de Battandier est une légumineuse arbustive, de 2 à 3 m de haut, endémique au Maroc (Raynaud, 1975). L'arbuste, localisé dans le Rif et le Moyen Atlas (figure 1), est présent dans les forêts de chênes, de sapins et de cèdres des montagnes basaltiques, calcaires, siliceuses et dolomitiques entre 1 300 et 2 100 m d'altitude, en sous-bois ou à découvert. Le climat correspondant est méditerranéen sub-humide ou humide, à variante fraîche ou froide (Sauvage, 1963).

Figure 1 : Situation des Causses du Moyen Atlas central au Maroc (d'après Lecompte, 1969).

Figure 1 : Situation of the Causses (calcareous grasslands) in the Central Middle Atlas of Morocco (after Lecompte, 1969).



Notre travail sur le cytise de Battandier est le premier réalisé dans le Moyen Atlas central. Il s'agit d'une essence pastorale vivace dans le Moyen Atlas tabulaire (Bouri et Qarro, 1978) qui appartient à l'association *Argyrocytiso battandieri-Cedretum atlanticae* caractérisée par Barbero *et al.* (1981) dans cette zone. Ce groupement, qui représente ici l'optimum écologique de la cédraie, est relativement fréquent sur les causses et les volcans du Moyen Atlas (Pujos, 1966).

Le cytise de Battandier est un arbuste fourrager très apprécié par le bétail. Ses peuplements ont subi une forte dégradation dans le Moyen Atlas central sous l'effet de la pression anthropique et sont actuellement menacés de disparition. Pour pouvoir analyser la durabilité de cet arbuste, les variations de sa phytomasse aérienne ont été étudiées en relation avec trois facteurs écologiques : la présence de l'arbuste en sous-bois ou à découvert, la nature du substrat et la pression pastorale.

Présentation de la zone d'étude

Le Moyen Atlas est un vaste ensemble montagneux (Lecompte, 1984) subdivisé géologiquement en deux parties (figure 1) : les causses du Moyen Atlas ou Moyen Atlas tabulaire à l'Ouest, et le Moyen Atlas proprement dit ou Moyen Atlas plissé à l'est. La zone d'étude couvre la forêt d'Azrou et la forêt de Sidi M'guild dans le Moyen Atlas central tabulaire.

Les précipitations sont très variables d'une station à une autre, de 497 à 1 122 mm/an. L'épaisseur de la couche de neige peut atteindre 110 cm en janvier (Qarro, 1980). La température moyenne du mois le plus froid est $-1,2^{\circ}\text{C}$, celle du mois le plus chaud de $31,2^{\circ}\text{C}$. Le climat est typiquement à sécheresse estivale accusée (Emberger, 1943). Sur le plan lithologique, le substrat est calcaire, dolomitique ou basaltique. Dans ce dernier cas, il peut s'agir de matériaux légers en appareils volcaniques, ou lourds en coulées de plateaux (Martin, 1977).

La principale essence de la zone d'étude est le cèdre de l'Atlas (1 700-2 200 m) sur différents substrats : cédraie presque pure sur basalte et cédraie mixte en mélange avec le chêne vert sur substrat carbonaté en vieille futaie (Boudy, 1950). Le chêne vert, qui peut être en peuplement pur (1 500-1 700 m), est en futaie sur souche ou en taillis. Le chêne zène, troisième essence principale dans la forêt d'Azrou, se mélange avec le chêne vert dans les parties les plus fraîches sur sol profond. Dans la forêt de Sidi M'guild (2 000-2 200 m), le genévrier thurifère constitue une troisième essence principale qui succède au chêne vert en haute altitude, comme compagnon du cèdre, et jalonne parfois des stations froides auxquelles le cèdre est moins adapté. D'autres espèces ligneuses accompagnent ces peuplements dans les deux forêts : l'érable de Montpellier, l'if, l'aubépine, le houx, le cytise de Battandier et la viorne tin.

Méthode d'étude

1. Stratégie d'échantillonnage et taille de l'échantillon

La prospection des deux forêts avec l'aide du Centre Régional des Etudes et des Aménagements des forêts (C.R.E.A.) de Meknès a permis d'identifier 8 types de stations (tableau 1), combinaisons des trois variables : nature du substrat (4 types de roche mère), type de végétation arborée (3 types) et intensité de la pression pastorale (3 niveaux). Dans chaque type de station, on a distingué les peuplements de cytise en sous-bois de ceux situés à découvert, variable nommée "couvert arboré".

Tableau 1 : Présentation des stations étudiées en fonction de la pression pastorale, du substrat et de la végétation arborée.

Table 1 : Grazing pressure, substratum and tree cover, in each of the stations studied.

Station*	Pression pastorale*	Végétation arborée*	Substrat*	Surface (ha)	Nb d'arbustes inventoriés	Nb de brins inventoriés	Nb d'arbustes (/ha)		
							total	sous couvert	à découvert
a) Influence du substrat à pression pastorale nulle									
90	PP0	C	Ba	149	50	157	709	581	128
44	PP0	B	Bd	157	25	144	156	0	156
116	PP0	B	Ca	108	28	134	144	0	144
35	PP0	C	Do	334	33	67	0,7	0,7	0
b) Influence de la pression pastorale sur substrat basaltique									
4	PP2	A	Ba	106	16	57	0,2	0,2	0
119	PP2	B	Ba	70	32	117	225	0	225
75	PP1	B	Ba	281	26	122	643	99	544
7	PP1	B	Ba	90	41	177	963	0	963
90	PP0	C	Ba	149	50	157	709	581	128

* Station : les numéros des stations sont extraits des cartes de description parcellaire (C.R.E.A., 1979; C.R.E.A., 1995 b)

Pression pastorale... intense : 2, moyenne : 1, nulle : 0

Végétation arborée : A : chêne vert + chêne zène, B : cèdre de l'Atlas + chêne vert, C : cèdre de l'Atlas + chêne vert + chêne zène

Substrat : Ba : basaltique, Bd : épandages volcaniques basaltiques sur dolomie, Ca : calcaire, Do : dolomitique

Dans chaque station sont délimitées aléatoirement quatre placettes de mesure de 100 m² chacune (10 m x 10 m), équivalentes à quatre répétitions. Les placettes en sous-bois et celles à découvert sont ainsi réparties aléatoirement dans chaque station.

2. Choix de la méthode d'étude de la biomasse

La détermination des biomasses est une opération difficile qui résulte de la récolte et de la pesée. De nombreux auteurs (Attiwill et Ovington, 1968 ; Auclair et Metayer, 1980 ; Bilger, 1984 ; Romane, 1987 ; Romane *et al.*, 1988) ont testé et comparé différentes méthodes ; notre travail est basé sur celle de la stratification non destructive (Etienne, 1989).

3. Collecte de l'information

Les mesures des paramètres morphométriques de l'arbuste (diamètre maximum, diamètre orthogonal, hauteur moyenne, nombre de brins et leur diamètre basal) et les mesures de la phytomasse aérienne totale ont été effectuées sur 251 arbustes.

Au niveau des placettes, les individus ont été répartis en classes de volume. Le phytovolume ou volume d'encombrement (Etienne *et al.*, 1991) est calculé en multipliant la surface de la projection de l'arbuste par sa hauteur moyenne. Les travaux de Cabanettes (1989) ont démontré la bonne estimation de la biomasse à partir du volume occupé par la cépée de jeunes taillis de quelques espèces arborescentes. Au niveau de chaque placette, 3 individus par classe de volume ont été choisis au hasard pour effectuer des coupes de biomasse. La représentativité vis-à-vis de la forme et de la taille de l'arbuste est ainsi assurée (Cabral et West, 1986).

La méthode destructive d'un échantillonnage d'arbustes s'avère dans la plupart des cas onéreuse et demande un travail important de dépouillement. Pour éviter l'abattage des individus, on a effectué des prélèvements sur l'arbuste à partir de la touffe de brins partant de la souche en classes composées chacune de brins similaires en diamètre basal et en densité de feuillage. Deux brins sont choisis au hasard au niveau de chaque classe de brins similaires. Le poids sec moyen de ces deux brins est utilisé pour calculer le poids sec total de l'arbuste dont on connaît le nombre de classes et le nombre de brins par classe.

* Les mesures dendrométriques

Avant d'effectuer les coupes, les mesures dendrométriques au cm près des paramètres morphométriques sont prises sur l'arbuste. Le diamètre basal des brins est mesuré au mm près.

La coupe de phytomasse aérienne a été réalisée à la fin du cycle de développement de l'arbuste, vers mi-juillet. Les deux brins similaires choisis au hasard au niveau de chaque classe sont coupés simultanément.

Le phytovolume de l'arbuste est calculé par la formule : $V = \pi R^2 hm$. R désigne le rayon moyen de l'arbuste obtenu en faisant la moyenne du diamètre maximum et du diamètre orthogonal et en la divisant par 2 ; hm représente la hauteur moyenne de l'arbuste.

En complément, le dénombrement des brins a été aussi utilisé comme paramètre morphométrique dans des modèles de régressions (Etienne, 1989).

* Calcul du poids sec et estimation de la biomasse

Après avoir coupé les brins, nous avons séparé les différentes composantes de chaque brin et chaque composante a fait l'objet d'une étude à part : les brins de diamètre inférieur ou égal à 1,5 cm (bois tendre) sont mesurés à l'état frais et un échantillon est prélevé, pesé à l'état frais, puis étuvé jusqu'au poids constant. Les brins de diamètre supérieur (bois dur) sont débités en billons et pesés sur place pour connaître leur poids frais. Trois rondelles (Auclair et Metayer, 1980) ont été prélevées à différents niveaux : à la base, à mi-longueur et à la découpe 1,5 cm, pesées sur place à l'état frais puis mis en sachet afin d'être étuvées au laboratoire pour déterminer leur poids sec. Cette distinction entre les deux types de bois a été utilisée par Cabanettes (1981) et Schnock (1983).

Après avoir coupé les brins, les feuilles sont pesées en totalité à l'état frais. Un échantillon de 50 grammes est retenu pour séchage à l'étuve jusqu'à poids constant et pesée. Les températures de séchage ont été maintenues à 105°C pour la composante ligneuse et 70°C pour les feuilles afin d'éviter les pertes d'azote (Reidacker, 1968).

Nous avons procédé ensuite à l'estimation de la biomasse sèche à l'hectare dans la zone étudiée, à l'aide de la méthode suivante d'estimation de la densité d'arbustes. A l'échelle de la parcelle, on compte le nombre d'arbustes (Nplacette) sur n placettes de 10 m sur 10 m. Le nombre total d'arbustes (Ntotal) dans la parcelle d'une superficie S (en ha) est : $N_{total} = 100 S \times N_{placette} / n$.

Le nombre d'arbustes à l'hectare (N/ha) est alors de : $N/ha = 100 N_{placette} / n$

Ensuite, le nombre d'arbustes à l'hectare et leur biomasse moyenne par parcelle permettent une estimation de la biomasse réelle à l'hectare.

* Traitement des données

Certaines combinaisons entre variables n'étant pas présentes dans les placettes échantillonnées aléatoirement, le dispositif permettrait en définitive la réalisation de plusieurs analyses de variance dans les conditions suivantes :

- analyse de l'effet "substrat" à pression de pâturage constante,
- analyse de l'effet "pression de pâturage" sur substrat basaltique,
- analyse de l'effet "couvert arboré" :
 - à pression de pâturage constante avec recherche d'interaction éventuelle avec la nature de substrat,
 - sur substrat basaltique avec recherche d'interaction éventuelle avec la pression de pâturage.

Pour ces classements, établis à partir de la méthode de contraste et du test de Duncan, deux moyennes n'ayant aucune lettre commune sont significativement différentes ($P < 0,05$).

Résultats et discussion

La pluviométrie de l'année de mesure (1995-1996) a été favorable pour la végétation (1 007 mm dans la zone étudiée).

On a observé 3 niveaux distincts de densité à l'hectare (moins de 10, entre 100 et 250, et au delà de 600 arbustes/ha ; tableau 1) du cytise de Battandier, se répercutant aussi dans la phytomasse totale, et les phytomasses de bois dur, de bois tendre et de feuilles (tableau 2). La nature du substrat et la pression de pâturage en rendent compte significativement.

Tableau 2 : Phytomasses de feuilles et de bois (dur et tendre) en fonction de la pression pastorale et du substrat.

Table 2 : Biomass of leaves and of wood (soft and hard) as influenced by grazing pressure and by substratum.

Station	Pression pastorale	Végétation arborée	Substrat	Nb d'arbustes échantillonnés	Phytomasse* (kg MS/ha)				
					totale	foliaire	totale du bois	bois dur	bois tendre
a) Influence du substrat à pression pastorale nulle									
90	PP0	C	Ba	50	2 031 A	193 A	1 838 A	1 142 AC	696 A
44	PP0	B	Bd	25	1 330 A	105 C	1 225 A	967 A	258 BD
116	PP0	B	Ca	28	424 B	40 BC	384 B	273 BC	111 BC
35	PP0	C	Do	33	0,09 B	0,02 C	0,07 B	0,01 B	0,06 CD
b) Influence de la pression pastorale sur substrat basaltique									
75 + 7	PP1	B	Ba	26 + 41	2 785 A	277 A	2 508 A	1 746 A	762 A
90	PP0	C	Ba	50	1 988 A	174 A	1 814 A	1 122 AC	692 A
4 + 119	PP2	A + B	Ba	16 + 32	488 B	45 B	443 B	319 BC	124 B

* Deux moyennes n'ayant aucune lettre commune sont significativement différentes ($P < 0,05$)

* Effet du substrat

La biomasse diffère selon la nature du substrat, qui peut être calcaire (Ca), dolomitique (Do), basaltique (Ba), ou constitué d'épandages volcaniques basaltiques sur dolomie (Bd) ; le classement par biomasse décroissante est présenté au tableau 2.

Un classement identique en relation avec le dynamisme de la régénération du cèdre a été établi par le C.R.E.A. (1995a) dans cette zone. La phytomasse du cytise de Battandier est maximale sur substrat basaltique. C'est un milieu très favorable; le sol est profond et légèrement acide (C.R.E.A., 1979 ; Ezzahiri *et al.*, 1995). Les dolomies à épandages basaltiques sont tendres et se caractérisent par un horizon humifère assez épais, ayant une capacité d'échange et de rétention élevées. Un bon drainage est orienté vers l'élimination des carbonates (Dubroeuq *et al.*, 1992).

Les sols sur calcaires ou dolomies compactes sont défavorables en raison de la difficulté d'assimilation du potassium, du phosphore et parfois de l'azote (Ezzahiri, 1989). C'est sur substrat dolomitique que la phytomasse est minimale. La différence est significative entre les substrats carbonatés et basaltiques. Le substrat significativement optimal pour l'arbuste est basaltique.

* Effet de la pression pastorale

La charge animale correspondant à un pâturage d'équilibre dans la zone étudiée est de 1,42 UPB/ha (UPB : Unité Petit Bétail). Toute charge supérieure à ce seuil correspond à une pression pastorale intense (notée PP2). Toute charge inférieure à ce seuil correspond à une pression pastorale moyenne (PP1). Dans les sites protégés, il n'y a pas de pression pastorale (PP0), à l'exception des pâturages occasionnels et non autorisés réalisés par les bergers qui amènent leurs troupeaux dans ces endroits, surtout en période de disette estivale. Durant cette saison, la maîtrise du pâturage est délicate à réaliser. Les biomasses correspondant à ces différentes intensités pastorales sont mentionnées dans la deuxième partie du tableau 2.

Dans les sites à pression pastorale moyenne, la phytomasse du cytise de Battandier est plus élevée (mais non significativement) que celle des stations à pression pastorale absente. L'application de la mise en défens pour une régénération efficace est délicate car elle requiert une connaissance précise de la dynamique de la végétation que l'on veut transformer (Le Houerou, 1980). Dans les sites à pression pastorale absente, la biomasse est plus élevée par rapport à celle des parcelles à pression pastorale intense. Le Moyen Atlas représente un refuge pour les troupeaux pendant la période estivale (Ezzahiri, 1989). La plupart des espèces ligneuses méditerranéennes sont consommées par le bétail ; le cytise est parmi les espèces particulièrement appréciées (Bourbouze, 1980 ; Le Houerou, 1980). Dans les zones protégées et suite au pâturage occasionnel ou accidentel, le bétail consomme sans modération le cytise au cours de la période estivale.

La pression pastorale moyenne n'est pas destructive pour le cytise de Battandier ; elle favorise la production du cytise, sans gêner sa régénération. La pression pastorale intense a un effet dépressif significatif sur la biomasse du cytise de Battandier.

* Effet du couvert arboré

– A pression pastorale nulle, l'interaction entre le couvert arboré et la nature du substrat n'a pas pu être mise en évidence par absence de trois combinaisons entre les variables "substrat" et "couvert arboré" (tableau 1).

– Sur substrat basaltique, en absence de pâturage ou en présence de pression pastorale moyenne, il n'y a pas de différence significative entre les valeurs de biomasse "sous couvert" et "à découvert" (tableau_3a et 3b). En revanche, sous intense pression pastorale (en regroupant les stations 4 et 119 pour le traitement statistique), la phytomasse aérienne de l'arbuste est significativement faible "sous couvert" (tableau 3c).

Tableau 3 : Effet du couvert arboré en substrat basaltique sur les phytomasses de feuilles et de bois (dur et tendre).

Table 3 : Effect of the tree canopy on the biomass of leaves and of wood (soft and hard) in the case of a basaltic substratum.

	Nb d'arbustes échantillonnés	Phytomasse* (kg MS/ha)				
		totale	foliaire	totale du bois	bois dur bois tendre	
Pression pastorale nulle (PP0)						
- sous couvert	41	2 093 A	181 A	1 912 A	1 247 A	665 A
- à découvert	9	1 744 A	249 A	1 495 A	661 A	834 A
Pression pastorale moyenne (PP1)						
- sous couvert	4	3 300 A	277 A	3 023 A	1 948 A	1 075 A
- à découvert	63	2 751 A	276 A	2 475 A	1 733 A	742 A
Pression pastorale intense (PP2)						
- sous couvert	16	0,33 B	0,03 B	0,3 B	0,2 B	0,1 B
- à découvert	32	732 A	67 A	665 A	479 A	186 A

* Deux moyennes n'ayant aucune lettre commune sont significativement différentes (P < 0,05)

Conclusion

Dans les sites protégés, le cytise de Battandier préfère les substrats basaltiques aux substrats carbonatés et, parmi ceux-ci, la biomasse est plus élevée sur calcaire que sur dolomie. Sur basalte, la strate arborescente couvrant l'arbuste a seulement un effet (dépressif) sur la phytomasse aérienne en cas d'intense pression pastorale. Cette même pression pastorale intense contribue à la destruction de l'arbuste. La forte dégradation du peuplement du cytise de Battandier est essentiellement due au surpâturage et à la surexploitation de cet arbuste par la population en réponse aux besoins des troupeaux, et dans une moindre mesure aux conditions climatiques aléatoires. Selon le témoignage des populations riveraines, dans un passé récent, le cytise de Battandier constituait, dans la cédraie, un couvert arbustif très élevé. Ce couvert constituait même dans certaines localités des broussailles dans lesquelles le bétail ne pouvait accéder car le milieu était trop fermé.

Devant cette situation alarmante, deux recommandations s'imposent d'urgence pour la gestion conservatoire de cet écosystème sylvo-pastoral :

- diminuer la charge pastorale en forêt dans les stations à parcours intensif, en réduisant le nombre de têtes du bétail ;

- semer le cytise de Battandier avec des graines scarifiées ou abrasées, sur substrat basaltique dans les stations à forte dégradation de l'arbuste. Ce semis à étendre éventuellement sur calcaire (à l'exclusion des dolomies trop peu favorables) doit être réalisé dans les lieux frais, ravins et thalwegs pour ce type de substrat. La protection et le suivi des arbustes après semis doivent être réalisés pendant au moins 10 ans.

Toutefois, ces recommandations, comme les autres, ne peuvent aboutir que s'il y a mise en place des bases d'un système social s'appuyant sur l'encadrement et l'organisation des éleveurs pour une utilisation commune de l'espace pastoral. L'aboutissement de cet aménagement sylvo-pastoral reste conditionné par l'adhésion des éleveurs au principe organisationnel et par la mobilisation de l'ensemble des acteurs concernés par le développement des forêts et de l'élevage.

Accepté pour publication, le 18 janvier 2000.

Remerciements : Nous tenons à remercier vivement Messieurs Zine El Abidine, Ouïja, Ansari, Chouaïbi, Fkihi, Chouhani, Endichi, Moussaoui, Belmassoud, Haddane, Mansouri, Mami, Mohamed, Saïd, Akka, Khchou, Mahdoudi, El Hamel, Ekdiha et Zitan pour leur aide lors du travail de terrain.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Attiwill P., Ovington J.D. (1968) : "Determination of forest biomass", *Forest Sciences*, 14, 13-15.
- Auclair D., Metayer S. (1980) : "Méthodologie de l'évaluation de la biomasse aérienne sur pied et de la production en biomasse des taillis", *Acta Oecol., Oecol. Plant.*, 1 (4), 357-376.
- Barbero M., Quezel P., Rivas-Martinez S. (1981) : "Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc", *Phytocoenol.*, 9 (3), 311-412.
- Bilger M. (1984) : *Estimation des volumes et de la biomasse des taillis de chêne vert (Quercus ilex L.) du Gard en France*, mém. E.N.I.T.E.F., Tunis, 41 p.
- Boudy P. (1950) : *Economie forestière nord africaine. Monographie et traitement des essences forestières*, tome II, fasc.II, La Rose Paris.
- Bourbouze A. (1980) : "Utilisation d'un parcours forestier pâturé par des caprins", *Fourrages*, 82, 121-143.
- Bouri F., Qarro M. (1978) : *Projet Aménagement et Amélioration des parcours forestiers. Les unités phyto-écologiques de la zone 3-4 du moyen atlas central au Maroc*, MOR 73/016, notes techniques, 50 p.
- Cabanettes A. (1981) : "Biomasse, minéralomasse et productivité d'un écosystème à pins pignons (*Pinus pinea* L.) du littoral méditerranéen", *Acta Oecologica, Oecol. Plant.*, 2, 16 (4), 381-394.
- Cabanettes A. (1989) : "Une méthode pour l'estimation de la biomasse ligneuse aérienne dans les jeunes taillis", *Acta Oecologica, Oecol. Applic.*, 10 (1), 65-80.

- Cabral D., West N. (1986) : "Reference-unit-based estimated of winterfast browse weights", *J. Range Manage.*, 39 (2), 187-189.
- C.R.E.A. (1979) : *Procès-verbal d'aménagement de la forêt d'Azrou*, Meknès, Maroc, 84 p.
- C.R.E.A. (1995 a) : *Révision d'aménagement de la forêt de Sidi M'guild. Procès verbal d'aménagement*, volume 1, Meknès, Maroc, 123 p.
- C.R.E.A. (1995 b) : *Révision d'aménagement de la forêt de Sidi M'guild. Description parcellaire*, vol. 2 et 3, Meknès, Maroc, 308 p.
- Dubroeuq D., Geissert D., Moreno P., Millot G. (1992) : "Soil evolution and plant communities in costal dunes near Veracruz, Mexico", *Cahiers O.R.S.T.O.M., Série Pédologie*, 27, (2), 237-250.
- Emberger L. (1943) : "Les limites de l'aire de la végétation méditerranéenne en France", *Bull. Sci. Nat.*, Toulouse, 78 (3), 158-180.
- Etienne M. (1989) : "Non destructive methods for evaluating shrub biomass : a review", *Acta Oecologica, Oecol. Applic.*, 10 (2), 115-128.
- Etienne M., Legrand C., Armand D. (1991) : "Stratégies d'occupation de l'espace par les petits ligneux après débroussaillage en région méditerranéenne française. Exemple d'un réseau de pare - feu dans l'Esterel", *Ann. Sci. For.*, 48, 667-677.
- Ezzahiri M. (1989) : *Application de l'analyse numérique à l'étude phytoécologique et sylvicole de la cédraie du moyen atlas tabulaire : l'exemple de la cédraie de Sidi M'guild*, thèse de Doctorat sciences agronomiques, Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, 163 p.
- Ezzahiri *et al.*, (1995) : "Dynamique des semis de cèdre de l'atlas après 10 ans de clôture des quartiers de régénération au moyen atlas : cas des cédraies de Ouiuane, d'Ajdír et d'ltzer", E.N.F.I. Salé Maroc, *Ann. Rech. Forestière au Maroc*, 97-107.
- Lecompte M. (1969) : "La végétation du moyen atlas central. Esquisse phyto-écologique et carte des séries de végétation au 1/200 000", *Revue de Géographie du Maroc*, n°16, Institut Scientifique Chérifien, Faculté des Sciences, Rabat, Maroc, 34 p.
- Lecompte M. (1984) : *Relation climat-végétation dans le moyen atlas marocain : essai de bioclimatologie*, Doctorat es-sciences, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier II, 245 p.
- Le Houerou H.N. (1980) : "L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne", *Forêt méditerranéenne*, t. II (2), 155-174.
- Martin J. (1977) : *Le Moyen Atlas central. Etude géomorphologique*, thèse Doctorat d'Etat, Université Paris VII, 3 volumes, 778 p.
- Pujos A. (1966) : "Les milieux de la cédraie marocaine. Etude d'une classification des cédraies du Moyen Atlas et de la régénération actuelle dans les peuplements", *Ann. Rech. forestière*, tome 8, C.N.R.F., Rabat, Maroc.
- Qarro M. (1980) : *Etude phytoécologique et pastorale de la zone d'Aïn Leuh au Maroc*, D.E.A. Ecologie Méditerranéenne, Fac., Sc., Saint - Jérôme, Marseille.
- Raynaud C. (1975) : *Eléments pour une flore pratique du Maroc. Légumineuses. Tribu des Génistées*, E.N.F.I., Salé, Maroc, 76 p.
- Riedacker A. (1968) : *Méthode indirectes d'estimation de la biomasse des arbres et des peuplements forestiers*, I.N.R.A., C.N.R.F., France, 24 p.
- Romane F. (1987) : *Groupe taillis*, Centre Louis Emberger, C.N.R.S., Montpellier, France.
- Romane F. *et al.* (1988) : "Quelques remarques sur les taillis de chêne vert : Répartition ; histoire, biomasse", *Forêt Med.*, 10 (1), 131-135.
- Sauvage C. (1963) : *Etage bioclimatique. Atlas du Maroc*, Notes explicatives, Section II, Physique du globe et météorologie, Institut Scientifique Chérifien, Rabat, 44 p.
- Schnock G. (1983) : "Volume, biomasse, surface d'échange et autres caractéristiques dendrométriques des tiges de charme (*Carpinus betulus* L.)", *Acta Oecologica, Oecol. Applic.*, 4 (4), 325-342.

SUMMARY

Above-ground biomass of *Argyrocytisus battandieri* Maire in the Middle Atlas of Morocco

Argyrocytisus battandieri, a forage shrub belonging to the family of *Leguminosae*, lives in the Central Middle Atlas of Morocco and is threatened with extinction. In order to get a better

understanding of the survival conditions of this pastoral resource and to improve the sylvopastoral development, the main environmental factors that determine its biomass were studied.

The appraisal of the above-ground biomass of *Argyrocytisus battandieri* was made by an approach using the dendometric data from 251 shrubs. The ground plots were distributed according to a stratified random arrangement in the various types of stations. The shrubs were stratified into classes of shoots with similar basal diameters and foliage densities. At the level of each class, the shoots were sampled twice. In the stations where it was protected by enclosure, *Argyrocytisus* preferred basaltic to carbonated substrata, and, in the latter case, its biomass was greater on limestone than on dolomite. On basalt and under heavy grazing pressure, there was a significant depressive effect of the covering tree canopy on the above-ground biomass. An intensive grazing pressure lead to the species' destruction. A medium grazing pressure on a basaltic substratum was significantly propitious to the production of the shrub, in comparison with stations protected by enclosure.