

EFFETS CLIMATIQUES SUR LA PRODUCTION DE MATIERE SECHE ANNUELLE DES PARCOURS DU MOYEN ATLAS

Mohamed QARRO¹

محمد قارو

ملخص

تأثير المناخ على الانتاج السنوي من الكلا اليابس لمناطق الرعي بالأطلس المتوسط.

24 محطة خاضعة لاهم ومختلف العوامل البيئية بالأطلس المتوسط هي موضوع هذا البحث فيما يخص إنتاجية الكلا. ويبين الكاتب من خلال خمس عمليات قطع أنجزت في السنة على رأس كل شهر ابتداء من فبراير أن الانتاج السنوي من الكلا اليابس يختلف من محطة إلى أخرى حسب نوع المعالجات والظروف المناخية على إمتداد السنة هذا إضافة إلى كون التفاعلات بين المناخ والنباتات على صلة كبرى بخصائص موقع المحطة.

RESUME

24 sous-stations représentant les principaux milieux écologiques du Moyen Atlas ont fait l'objet d'une étude de productivité du tapis herbacé. Cinq coupes ont été effectuées dans l'année à des intervalles d'environ 1 mois. La production annuelle de matière sèche obtenue sur les différents sites diffère selon les traitements et les conditions climatiques. Ainsi il apparaît que la réponse des écosystèmes pastoraux est très influencée par les variations climatiques annuelles. De plus les interactions floristico-climatiques sont étroitement liées d'une part au type du milieu et d'autre part aux caractéristiques du site.

SUMMARY

Climatic effects on the yearly production of dry matter of the Middle Atlas pastures. Twenty-four substations have been taken into consideration for the study of productivity of grass-land. They represent the principal ecological zones of the Middle-Atlas. These substations are set out the principal ecological zones of the study area. Five grass-cuttings have been made, spaced out one month apart over the year. The yearly production of dry matter is different from substation to substation, according to different treatments and climatic conditions. In addition, it seems that the response of the pastoral ecosystems is influenced by yearly climatic variations. Furthermore the interactions between flowers and climat are tightly linked to the site and its characteristics.

INTRODUCTION

Généralement la production de matière sèche des parcours a été sous-estimée du fait qu'on s'est toujours basé sur un nombre de coupes limité. De plus celle-ci varie énormément en fonction des caractéristiques de la station et des variations climatiques inter et intra-annuelles. Ce problème a retenu notre attention dans le cas du Moyen Atlas du fait de l'importance de la zone dans

¹ Ecole Nationale Forestière d'Ingénieurs, BP. 511, SALE.

le domaine de l'élevage et sur le plan forestier. En effet, pour arriver à un compromis entre la forêt et l'animal, il est primordial de connaître les potentialités réelles de ces parcours et surtout la réponse de ces écosystèmes aux facteurs écologiques dont les variations climatiques. Les zones de parcours des tribus du Moyen Atlas sont constituées essentiellement de quatre types de formations végétales : Chênaie verte à oxycèdre, Chênaie verte pure, Cédraie à sous étage de Chêne vert et les pelouses d'altitude. Ces formations complémentaires sur le plan pastoral forment en général des parcs de parcours des tribus usagères. Cet aspect justifie et oblige en même temps que toute étude engagée dans ce sens doit tenir compte de cet ensemble pastoral unifié par les traditions pastorales.

MATERIELS ET METHODES

La zone étudiée est à cheval entre le plateau central et les montagnes du Moyen Atlas sur le territoire de la commune rurale d'Aïn Leuh. Cette zone comprend quatre milieux écologiquement et géographiquement différents :

- la chênaie verte à oxycèdre dégradée du plateau central. L'action destructive de l'homme et de son troupeau est accentuée dans ce secteur par les conditions climatiques semi-arides et par les caractères édaphiques : sols squelettiques schisteux;
- la chênaie verte pure couvre le Dir qui établit la jonction entre le plateau central et les montagnes moyen-atlasiques. Elle constitue des peuplements bienvenants de chêne vert évoluant sur des affleurements dolomitiques. Le bioclimat sub-humide de cette zone serait favorable à la végétation si la pression humaine est modérée. Mais ce secteur est le point de départ de tous les troupeaux et par ailleurs il est parsemé d'habitats permanents;
- les formations de cèdre couvrent les montagnes moyen-atlasiques et comportent en sous étage du chêne vert qui disparaît progressivement avec l'altitude et aux expositions fraîches;
- les pelouses occupent les zones asylvatiques impropres à la végétation arborescente. Ces milieux constituent une réserve importante pour l'alimentation du cheptel de la zone qui s'y concentre en été. Ces milieux reçoivent beaucoup de neige. Le bioclimat doit être rapporté à la variante très froide de l'humide.

L'étude a porté sur quatre stations en l'occurrence Tourtit, Tizemourine, Kissarit et Aïn Kahla représentant dans l'ordre les différents milieux de la zone. Ces stations sont évidemment exclues au parcours et en fonction des facteurs de l'environnement (voir tableau n° I) un certain nombre de sous-stations ont été repérées au niveau de chacune d'elles. Au total 24 sous-stations ont été définies et réparties comme suit :

- 9 sous-stations dans la Chênaie verte à Oxycèdre
- 8 sous-stations dans la Chênaie verte pure
- 6 sous-stations dans la Cédraie à sous étage de Chêne vert
- 1 sous-station dans les pelouses de montagne.

Dans chaque sous-station 20 placettes d'un mètre carré chacune sont délimitées dans un rectangle de 10 m x 2 m. Selon un organigramme défini au préalable plusieurs placettes passent à la coupe à chacun des cinq passages réalisés dans l'année. Le premier objectif de ce protocole est de tester la réponse du tapis herbacé des différents milieux aux variations climatiques annuelles.

Cette étude a été menée sur deux années (1982-1983) et (1983-1984). La première coupe se situe vers la fin de février et les autres suivent à un mois d'intervalle sauf la dernière qui est prolongée jusqu'au stade du dessèchement.

Pour analyser l'influence climatique des deux années sur les milieux écologiques, on a procédé à l'établissement des valeurs cumulatives des productions pour les différents niveaux de traitements. Le quotient K, obtenu par le rapport; production cumulée totale de l'année 1 sur celle de l'année 2, détermine d'abord la nature de l'effet climatique, toujours par référence à la deuxième année. L'importance de cet effet peut être qualifiée, de la manière suivante en fonction des classes de K :

- | | | | |
|-----------------|--------------------------------|-----------------|------------------------------------|
| - $K > 1$: | Effet négatif | - $K < 1$: | Effet positif |
| 1 < $K < 1,2$ | Effet négatif très modéré | 0,9 < K | Effet positif très modéré |
| 1,2 < $K < 1,4$ | Effet négatif peu marqué | 0,7 < $K < 0,9$ | Effet positif modéré ou peu marqué |
| 1,4 < $K < 1,6$ | Effet négatif marqué | 0,5 < $K < 0,7$ | Effet positif marqué |
| 1,6 < $K < 1,8$ | Effet négatif très marqué | 0,3 < $K < 0,5$ | Effet positif très marqué. |
| 1,8 < K | Effet négatif hautement marqué | K < 0,3 | Effet positif hautement marqué. |
- $K = 1$: Effet nul : homogénéité climatique

Formations	station	Recouvrement %	Exposition	Pente %	Roche-mère	Prof. tot du sol en cm
Chênaie verte à Oxyèdre	1	0	S	30	Schistes	37
	2	32,5	W	20	Schistes	34
	3	19,25	W	10	Schistes	29
	4	0	S	15	Schistes	30
	5	0	S	30	Grès/schist.	30
	6	62	W	30	-----"	38
	7	13	R	3	Schistes	28
	8	69,75	N	45	Schistes	25
	9	0	W	20	Schistes	30
Chênaie verte pure	10	62,25	W	18	Calcaire sur argile du Trias	30
	11	38,25	S	18		50
	12	0	R	5		40
	13	0	W	25		38
	14	18,5	R	0		33
	15	90,75	N	55		50
	16	20,25	E	8		50
	17	39,00	W	21		40
Cédraie à sous-étage de chêne vert	18	70	R	0	Calcaire	30
	19	75,16	R	0	dolomitique	75
	20	65	R	0	-----"	55
	21	0	R	0	-----"	48
	22	82,5	R	0	-----"	55
	23	0	R	0	-----"	60
Pelouse	24	0	R	4	Basalte	55

Tableau I : Description des sous-stations : Facteurs d'environnement

On distingue deux périodes dans l'année (voir tableau II) :

- la période d'avant janvier, (septembre, octobre, novembre, décembre et janvier) correspond au repos et au développement ralenti de la végétation;
- la période d'après janvier (de février jusqu'à la période de sécheresse) correspond à la phase de développement actif de la végétation.

Paramètres stations (lieux, altit.)	Pluviométrie (mm)						Températures moyennes en °C					
	Avant Janvier		après Janv.		Total		avant Janv.		après Janv.		moyennes annuelles	
	82-83	83-84	82-83	83-84	82-83	83-84	82-83	83-84	82-83	83-84	82-83	83-84
Chênaie verte à oxycèdre (Tourtit, 1040m)	149,8	195,5	116,8	154	266,6	349,5	11,68	16,21	21,07	17,37	16,79	16,85
Chênaie verte pure (Tizemourine, 1740m)	246,6	267,8	203,4	395,4	450	663,2	11,85	14,42	16,41	17,63	14,34	14,82
Cèdraie à sous étage de chêne vert (Kissarit, 1740 m)	308,3	299	215,7	487	515,5	786	9,94	11,14	13,8	13,83	12,05	12,61
pelouse (Aïn Kahla, 2010 m)	350,6	380,5	298	238,5	649	619	6,73	8,22	11,19	12,33	19,06	18,11

Tableau II : Conditions climatiques des différentes stations

RESULTATS ET DISCUSSIONS

CHENAIE VERTE A OXYCEDRE

Les courbes de productions cumulées montrent au niveau de toutes les stations un effet positif du climat de la deuxième année. Cependant, on remarque que dans les sous-stations 5 et 7, seules les productions des traitements à 5 coupes donnent l'avantage à la deuxième année, favorisées par des pluies tardives de mai qui ont permis de prolonger le cycle de développement des espèces végétales. (Tab. III.)

Ces résultats permettent de distinguer les catégories suivantes :

- Effet positif très modéré; il correspond à la sous-station 5 représentative des milieux rocailloux gréseux de cette zone.
- Effet positif peu marqué qui correspond aux sous-stations 6,7 et 8 caractérisées par d'assez bonnes conditions écologiques. En effet elles se situent dans des sites favorables : exposition fraîche, replat, recouvrement arboré important.
- Effet positif marqué qui concerne les sous-stations 3 et 4. La première est caractérisée par un couvert arboré de l'ordre de 20% et par une exposition fraîche mais un sol à faible pouvoir de rétention en eau surtout dans les horizons supérieurs (R.U.⁽¹⁾ = 12%). La sous-station 4 est située en dehors du couvert arboré et sur un replat, légèrement exposé au Sud, conditions largement compensées par un pouvoir important de rétention d'eau du sol.

¹ Réserves utiles

Cette particularité de la capacité de rétention d'eau des sols joue ici un rôle de régulateur du système écologique. Ceci a permis le regroupement de ces deux sous-stations sur le plan du potentiel pastoral.

- Effet positif très marqué : c'est le cas des sous-stations 1,2 et 9 qui se caractérisent par des R.U. très bas de 9%, 11% et 12%. La différence entre cette catégorie et la précédente réside essentiellement dans son couvert arboré nul dans la majorité des cas et dans ses teneurs très basses en éléments minéraux et en matière organique.

Ainsi, on constate que le degré d'influence du climat est inversement proportionnel au degré de fertilité du milieu écologique. La première catégorie, représentant les milieux particuliers à *Hyparrhenia hirta* se caractérise par le fait que dans ces conditions particulières de stations et indifféremment du climat, on a des rendements assez soutenus liés à la bonne adaptation de l'espèce principale.

A l'échelle des formations de Chênaie verte à Oxycèdre de la station de Tourtit, on remarque l'effet positif marqué des conditions climatiques de la deuxième année puisque le quotient K est de 0,57.

On peut donc conclure qu'en zones semi-aride et aride, les précipitations ont un rôle important sur la production de matière sèche des parcours. En effet il vient d'être démontré en régions arides, que les éléments principaux du tapis végétal démarrent leur cycle végétatif à n'importe quelle période de l'année. Celui-ci peut être prolongé tant que les températures ne sont pas trop élevées et si la pluie est présente.

Sous station	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
	1ère année (1)	2ème année (2)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	55	154	154	353	111	135	148	311	159	132	189	237	167	161	87	68	185	240
2	128	339	342	745	252	253	401	578	572	328	398	523	376	793	195	193	381	599
3	207	595	579	1025	366	339	661	899	840	557	801	755	640	595	343	335	773	1147
4	281	727	871	1512	472	531	893	1251	1608	792	1158	1287	1025	963	548	573	1257	2001
5		905		2017		740		1654		1081		1642		1342		794		2825
K	0,31		0,43		0,64		0,54		0,98		0,70		0,76		0,69		0,44	

Tableau III : Production cumulée par sous-stations (en kg de Matière sèche/ha)

LA CHENAIE VERTE PURE

On distingue deux groupes de sous-stations :

- les sous-stations où les productions cumulées de la deuxième année sont supérieures à celles de la première. Elles correspondent aux sous stations, 10, 12, 13, 14 et 16.
- les sous-stations 11, 15 et 17 se caractérisent par des productions cumulées de la deuxième année inférieures à celles de la première.

Le premier groupe réunit des sous-stations où les facteurs climatiques de la deuxième année sont plus favorables pour la production de matière sèche. Par contre, dans les autres sous-stations c'est le contraire qui se produit. (tab. IV)

D'après les résultats obtenus par les rapports K des productions cumulées des différentes sous-stations, on peut distinguer et qualifier les effets climatiques de la façon suivante :

- Effet négatif : il correspond au deuxième groupe (sous-stations 11,15,17)
 - * modéré : dans la sous-station 15
 - * marqué : dans les sous-stations 11 et 17
- Effet positif : il correspond au premier groupe de sous-stations (10, 12,13,14,16)
 - * peu marqué : dans toutes les sous-stations de ce groupe.

On remarque donc que les sous-stations 11 et 17 caractérisées par une dominance d'*Anthyllis vulneraria* sont effectivement défavorisées par les conditions plus pluvieuses de la seconde année. En effet, c'est le seul critère qui puisse expliquer cet effet, puisque les conditions thermiques restent favorables durant les deux années. Cette explication peut paraître peu convaincante mais du point de vue de leurs caractéristiques écologiques ces milieux sont assez privilégiés. La sous-station 15 qui présente aussi un effet négatif des conditions climatiques la deuxième année, présente une flore très pauvre composée de trois espèces représentées par deux ou trois individus sur le terrain.

En faisant abstraction des conditions microécologiques liées aux stations, les facteurs climatiques de la seconde année présentent des effets positifs très modérés ($K = 0,94$) sur la production de matière sèche des parcours de la chênaie pure. Sur le plan pratique ce résultat est le plus significatif. Il permet de donner une idée globale sur le fonctionnement des pâturages naturels et indique que l'influence climatique représentée par les variations des deux années est peu sensible au niveau de ces parcours. Il faut mettre en avant également le fait que le bioclimat a varié sur les deux ans dans cette station entre le semi-aride et le sub-humide.

CEDRAIE A SOUS-ETAGE DE CHENE-VERT

Deux points apparaissent clairement (tab. V) :

1)- Des effets climatiques irréguliers au niveau des sous-stations 18, 21 et 23. En effet on constate dans la même sous-station des effets à la fois positifs et négatifs en fonction du nombre de coupes. Dans ce groupe on peut alors distinguer deux cas :

* Les milieux où les derniers traitements de 4 et 5 coupes sont favorisés par les conditions climatiques de la deuxième année. Ils correspondent aux sous-stations 21 et 23 qui représentent les parcours hors couvert de la cédraie à sous-étage de Chêne vert.

* Les milieux défavorisés par les pluies et les froids tardifs de la deuxième année qui ont rendu difficile l'exécution des traitements comportant plus de deux coupes. C'est le cas de la sous-station 18 qui représente des productions plus élevées sur les traitements de 1 et 2 coupes et plus basses sur les autres traitements.

2)- Des effets plus réguliers au niveau des sous-stations 19, 20 et 22. Celles-ci accusent en général les mêmes effets climatiques sur les productions au cours de tous les traitements appliqués.

- La sous-station 22 offre des conditions édaphiques optimales caractérisées par de fortes teneurs en matière organique et en éléments minéraux (N,P,K) et par des réserves utiles en eau des sols moyennes et supérieures en règle générale à 20%. Elle est caractérisée par l'action posi-

tive des facteurs climatiques de la seconde année. Cependant, il faut remarquer que les écarts entre les différentes productions restent toujours très faibles. Ceci s'explique par le fait que le développement des espèces reste limité dans ce milieu fortement couvert par les peuplements de Cèdre et de Chêne vert.

- Les sous-stations 19 et 20 qui représentent aussi des conditions écologiques favorables montrent un effet négatif du climat de la deuxième année. Cet effet est beaucoup plus marqué au niveau de la sous-station 19, tandis que dans la sous-station 20 quelques irrégularités apparaissent.

La prise en compte des coefficients K permet de distinguer deux groupes :

- Effet positif, dans les sous-stations 21, 22 et 23
+ très modéré dans l'ensemble des stations.
- Effet négatif dans les sous-stations 18, 19, 20
 - * très modéré dans la sous-stations 20
 - * peu marqué, dans la sous-station 18
 - * marqué dans la sous-station 19

En tenant compte du bilan de production au niveau de chaque sous-station, il apparaît que les facteurs climatiques et plus particulièrement les variations interannuelles ont très peu d'influence sur la production des parcours de la Cédraie. Cependant, la répartition des pluies peut mieux expliquer ce phénomène. En effet, au cours de la deuxième année, le mois de mai a reçu la moitié des précipitations de la période active de la végétation, ce qui représente aussi le 1/3 des précipitations annuelles. Ainsi il apparaît que le critère principal qui différencie cette année de l'autre est la très irrégulière répartition des pluies qui peut lorsqu'elles n'arrivent pas au bon moment annuler pratiquement leur effet. De même, les températures basses survenues en plein développement du tapis herbacé, au mois de mai, affectent très sensiblement la production de ces parcours. Ceci est confirmé notamment par les courbes des productions cumulées des deux années à l'échelle de la station. Le quotient obtenu indique parfaitement un effet négatif des conditions climatiques de la deuxième année, qui reste en tout état de cause très modéré ($k = 1,15$).

LES FORMATIONS DE PELOUSE

L'étude est simplifiée du fait de l'existence d'une seule sous-station représentant les milieux très homogènes de ces zones asylvatiques. L'analyse portera donc sur l'influence des facteurs climatiques sur l'évolution et les quantités de productions obtenues durant les différents traitements effectués au cours des deux années.

Sur le plan quantitatif on remarque que les productions obtenues au cours de la deuxième année sont plus basses notamment au niveau des derniers traitements. En effet les courbes des productions cumulées indiquent l'effet négatif du climat de la deuxième année particulièrement marquée à partir de 3 coupes.

En effet, le quotient K de 1,28 indique un effet négatif peu marqué des conditions climatiques de la production des parcours de cette station.

Ainsi, la réponse négative du tapis herbacé peut être expliquée par deux arguments :

- Les amplitudes moyennes journalières élevées aux mois de février et de mars dépassant 25°C la seconde année.
- Le retour du froid au mois de mai se traduit par une moyenne de 5,87°C avec 27 j. de températures inférieures à 9°C.

Ces particularités climatiques de la deuxième année ont bien été les facteurs entravant le développement et la croissance du tapis herbacé dans ces milieux initialement froids.

sous station	10		11		12		13		14		15		16		17	
	1ère année (1)	2ème année (2)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	150	259	376	374	537	1056	218	429	403	719	40	99	144	230	220	238
2	731	769	1064	640	1283	2172	667	933	1086	1430	94	161	404	684	858	564
3	1211	1234	1938	937	2409	3074	1368	1374	1785	2177	194	186	765	1164	1509	981
4	1871	1878	2868	1528	3222	4419	1998	2338	2771	3553	337	199	1208	1823	2170	1565
5	2207	2540	3577	2175	3871	5375	2628	3124	3447	4184	363	312	1643	2285	2905	1975
K	0,87		1,64		0,72		0,84		0,82		1,16		0,72		1,47	

Tableau IV : Productions cumulées par sous-stations (en kg de M-s/ha)

sous station	18		19		20		21		22		23	
	1ère année (1)	2ème année (2)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	149	223	228	144	70	176	199	157	134	143	278	220
2	434	512	666	448	236	383	425	425	317	355	610	524
3	579	698	1110	887	445	559	735	747	508	582	1030	1002
4	1138	992	1900	1327	716	781	1066	1136	642	705	1393	1456
5	1525	1193	2639	1660	1032	987	1343	1472	776	827	1784	1944
K	1,28		1,59		1,04		1,91		0,94		0,92	

Tableau V : Productions cumulées par sous-stations (en kg de M-s/ha)

Coupes années	1	2	3	4	5	K
1	187	706	1655	2853	3871	1,28
2	474	1037	1687	2410	3024	

Tableau VI : Productions cumulées (en kg ha)

BIBLIOGRAPHIE

- De MONTARD F. (1981). - L'action des facteurs climatiques sur la croissance de l'herbe. *Fourrages*, 85.
- De MONTARD F. et FAUCHE J. (1975). - Potentialités des prairies permanentes dans le haut-limousin *Fourrages*, 63.
- QARRO M. (1985). - *Etude de la productivité du tapis herbacé des parcours de la zone d'Aïn Leuh au Maroc (Moyen Atlas-Plateau central)*. Thèse d'état, Université d'Aix Marseille III : 258.
- SAUGIER B. (1982). - Ecosystème prairial-Photosynthèse et production; principe de modélisation et application à la prairie. *Acta Oecologica, Oecol. generalis*, 3 : 29-52.