

L'AMELIORATION PASTORALE ET DU SYSTEME DE LA PRODUCTION FOURRAGERE A CHTOUKA PRES D'AZEMMOUR

G. JARITZ*

TABLE DES MATIERES	Page
Résumé et conclusions	97
Introduction	100
Conditions édapho-climatiques et occupation du sol de l'UREO Chtouka	101
Climat et conditions météorologiques	101
Caractéristiques édaphiques et vocation culturale des sols	103
Occupation du sol	104
Choix des espèces et variétés	105
Cultures assolées	106
Plantes pastorales	108
Arbustes fourragers	111
Techniques culturales	112
Mise en défens des jachères pâturées	112
Fertilisation	114
Techniques d'installation	116
Désherbage chimique des prairies	117
Applications au niveau de l'exploitation	118
Système fourrager	122
Remerciements	124
Références bibliographiques	125

RESUME ET CONCLUSIONS

Les résultats de l'expérimentation menée de 1981/82 à 1989/90 à l'UREO** Chtouka (P = 347 mm, rattachée en 1988 à l'UREO Had Soualem) sur l'amélioration pastorale et le système de production fourragère sont présentés. Selon les essais d'adaptation, un schéma d'occupation du sol est proposé, préconisant sur les sols vertiques et les sols fersiallitiques à pseudogley assez bien drainés (41 % de la surface) un assolement triennal type blé - triticales ou cultures d'ensilage - légumineuses à grains ou pâture respectivement triticales - cultures d'ensilage - légumineuses pâture. Sur les sols fersiallitiques à pseudo-

* Programme Fourrages/INRA, B.P. 415, Rabat

** Unité Régionale d'Elevage Ovin

litiques à pseudogley (31 % de la surface), des prairies permanentes à base de *Medicago polymorpha*, *M. truncatula* et *Trifolium subterraneum* conviennent le mieux. Les sols non arables (28 % de la surface) se prêtent en partie aussi à des améliorations par semis pastoraux ou à autres techniques d'amélioration pastorale.

La culture de graminées vivaces et d'arbustes fourragers s'est avérée inadéquate à cause de l'hydromorphie des sites cibles, de leur vulnérabilité au surpâturage et du contexte social. Les contraintes du milieu avec sa pluviométrie aléatoire et ses sols difficiles doivent être contrebalancés par une bonne gestion. Ceci est possible au niveau de la production végétale:

- en accordant une place privilégiée à la conservation des fourrages, particulièrement à l'ensilage,
- en favorisant les cultures à deux fins, notamment le triticale, l'avoine et l'orge et
- en occupant les sols non adaptés aux grandes cultures par des cultures permanentes, c'est à dire des prairies à base de légumineuses annuelles autorégénératrices.

Au niveau de l'élevage ovin, l'alimentation est facilitée par un système avec 1 agnelage/an par rapport aux 3 agnelages/2 ans pratiqués auparavant à Chtouka.

L'introduction des prairies à légumineuses annuelles joue un rôle primordial, car elle permet la mise en valeur de sols marginaux et même de sols non arables. Selon nos résultats, l'installation des prairies ne nécessite ni chaulage, ni inoculation. La fertilisation phosphatée est généralement suffisante, la fertilisation potassique est superflue. La fertilisation azotée l'est également pour les légumineuses, mais elle est nécessaire pour les graminées. Pour l'entretien des prairies, une pulvérisation de 1,2 l Basagran M/ha a été le meilleur désherbage, particulièrement bénéfique en année d'installation et indispensable dans les prairies âgées et à composition botanique dégradée.

La situation actuelle offre encore des possibilités d'intensification très substantielles, notamment par la suppression du pâturage clandestin, l'entretien et l'exploitation rationnels des prairies, l'intensification de l'assolement (abandon de la jachère), la culture de céréales à deux fins et l'amélioration pastorale des sites non arables.

Une charge globale de 3 UZO/ha serait possible avec une utilisation correcte des ressources disponibles.

Les acquis en matière de production fourragère à Chtouka sont applicables à la zone semi-aride à sols fersiallitiques, c'est à dire la région qui s'étend entre les sols sableux du littoral et les "tirs" de l'intérieur du pays.

MOTS CLES: Expérimentation au niveau de l'exploitation, cultures fourragères, prairies à *Medicago spp.* annuelles/trèfle souterrain, techniques culturales, système de production fourragère.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

Results of field trials at UREO Chtouka (347 mm annual rainfall), since 1988 an annex of the UREO Had Soualem, on the improvement of pastures and the system of forage production carried out between 1981/82 et 1989/90 are reported. According to the results of adaptation trials, a new land use scheme has been proposed aiming two three-course rotations at vertisols and better drained duplex soils (sols fersiallitiques à pseudogley) with wheat - triticale or silage crops - pea or grazed legumes respectively triticale - silage crops - grazed vetch (41 % of the surface). At 31 % of the surface at duplex-soils permanent pastures based on *Medicago polymorpha*, *M. truncatula* and *Trifolium subterraneum* are the best land use. Non-arable land (28 % of the surface) can partially also be improved by sowing pastures or by other pasture improvement techniques.

Perennial grasses and forage shrubs are not recommended because of the risks of occasional waterlogging, their sensitiveness to overgrazing and to the general social context. The disadvantageous site conditions of erratic rainfall and difficult soils must be buffered by management. Concerning plant production this can be achieved by

- giving high priority to fodder conservation, particularly to silage,
- promoting dual purpose crops, especially triticale, oat and barley and
- occupying marginal land with annual legume based pasture.

Concerning sheep husbandry, nutrition is largely facilitated by a system of 1 lambing/year compared to the formerly used system of 3 lamblings/2 years.

The introduction of annual legume based pastures has a key position for the productive utilization of marginal cropping land and non-arable land.

According to the results at Chtouka for the establishment of these pastures, no inoculation and liming is necessary. Furthermore, no response to potasse fertilization and to nitrogen dressings to legumes has been obtained. However, phosphorus deficiency and nitrogen deficiency in cereals should be corrected by adequate fertilization.

The interest of chemical weed control for the maintenance of pastures especially in the year of establishment and after some years of continuous use has been shown and the application of 1,2 l Basagran M/ha is recommended.

The actual situation still offers substantial possibilities for intensification especially by the cessation of clandestine grazing, proper maintenance and use of the improved pastures, the intensification of crop rotations including the suppression of fallow, the promotion of dual purpose cereals and pasture improvement at non-arable soils.

A stocking rate of 3 sheep units/ha would be possible if the available resources are properly used.

The results concerning forage production at Chtouka are applicable in the region of semi-arid climate with duplex soils located between the coastal band of sandy soils and the "tirs" soils further inland.

KEY WORDS: On farm research, forage crops, annual medic and subclover based pastures, cultural techniques, forage production system.

INTRODUCTION

Pour promouvoir l'amélioration pastorale et les systèmes de production fourragère, le projet INRA/GTZ "Culture des Plantes Fourragères" a entrepris, en collaboration avec des fermes d'élevage dans différentes régions, des programmes expérimentaux qui comportent aussi bien des essais en petites parcelles que des applications au niveau de l'exploitation. L'un de ces sites expérimentaux était Chtouka près d'Azemmour, une ferme d'élevage ovin de la SNDE d'environ 1.000 ha, qui a été gérée d'abord en UREO autonome et depuis 1988 en annexe de l'UREO Had Soualem. L'objectif de l'expérimentation était double: fournir des résultats applicables en conditions édapho-climatiques similaires et servir directement les besoins de l'exploitation.

Le but du présent article est de récapituler les résultats acquis sous forme de synthèse. Les thèmes traités sont regroupés dans le tableau 1. Les détails d'exécution, les méthodes appliquées et les résultats provisoires ont été présentés dans les rapports annuels du Programme Fourrages de l'INRA et ne seront pas repris ici (Jaritz 1982-1990).

Tableau 1: Thèmes expérimentaux du Programme Fourrages à Chtouka.

Thèmes	81 /82	82 /83	83 /84	84 /85	85 /86	86 /87	87 /88	88 /89	89 /90
Comparaison des espèces et variétés dont arbustes fourragers	2	2	2 (1)	3 (1)	3 (1)	2 (1)	1 (1)		
Fertilisation dont arbustes fourragers	2	4	1			(1)	(1)		
Contrôle des mauvaises herbes					1	1			
Autres techniques culturales			1	1	1	3	2		
Amélioration de la jachère	1	1	1	1	1				
Etudes au niveau de l'exploitation		2	1	1	2	2	1	2	3
Total	5	9	6	6	8	11	5	2	3

CONDITIONS EDAPHO-CLIMATIQUES ET OCCUPATION DU SOL DE L'UREO CHTOUKA

Climat et conditions météorologiques

Selon les relevés pluviométriques enregistrés sur place et les relevés thermiques de la station de l'aéroport Mohammed V prise comme référence, le climat de Chtouka pendant la période expérimentale appartient, d'après la classification d'Emberger, au bioclimat méditerranéen semi-aride moyen à hiver doux ($m = 5,2^\circ$; $M = 30,1^\circ$) avec une période de végétation d'environ 5,5 mois.

Durant l'expérimentation qui s'est poursuivie de 1981/82 à 1989/90, ont été enregistrées 3 années à pluviométrie annuelle nettement inférieure à la normale, 4 années à pluviométrie supérieure et 2 années à pluviométrie proche de la moyenne qui est de 347 mm (tableau 2).

Pour la production végétale, les conditions météorologiques ont été marquées par d'importants écarts par rapport à la moyenne, à savoir:

- Un retard des pluies en automne, souvent associé à des pluies abondantes en décembre/janvier, qui complique le labour, la préparation du lit de semences et le semis et qui, en plus des pertes de production, compromet l'installation des cultures sur des sols hydromorphes à pseudogley en profondeur et entraîne une mortalité élevée de plantules. Ces problèmes se posent environ une année sur deux.
- L'apparition d'une ou de plusieurs périodes sèches au cours de la saison de végétation, ce qui diminue le rendement des cultures et compromet la persistance des prairies, en particulier si ces sécheresses se manifestent pendant la phase la plus productive de mi-février à mi-avril. Ce phénomène a été observé au cours de chaque campagne, mais avec une intensité variable.
- Des précipitations surabondantes pendant la saison froide qui causent des pertes dans les cultures sensibles à l'asphyxie (orge, blé, avoine, *Medicago truncatula*) installées sur des sols mal drainés; phénomène observé pendant 4 années sur 9.

Tableau 2: Pluviométrie (mm) à Chtouka entre 1981/82 et 1989/90.

Mois	1981/ 82	1982/ 83	1983/ 84	1984/ 85	1985/ 86	1986/ 87	1987/ 88	1988/ 89	1989/ 90	Moyenne
Septembre	0	0	0	0	0	0	8	0	0	1
Octobre	2	7	2	3	5	0	38	27	33	13
Novembre	6	55	43	129	46	48	94	116	94	70
Décembre	53	23	79	47	33	11	114	3	84	50
Janvier	74	2	23	129	39	70	95	60	89	64
Février	28	99	19	58	115	72	45	61	0	55
Mars	56	28	50	5	48	27	40	71	69	44
Avril	41	9	51	18	42	11	7	72	62	35
Mai	5	0	68	7	0	0	21	0	6	12
Juin	0	0	0	0	21	0	0	0	0	2
Juillet	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Année	266	223	335	396	349	245	462	410	437	347

Comparés aux fluctuations de la pluviométrie, les écarts de température par rapport à la moyenne sont relativement peu importants. Des températures suboptimales en hiver ne ralentissent la croissance que pendant quelques semaines, avec néanmoins une variation interannuelle considérable dont témoigne l'amplitude des minima moyens de janvier comprise entre 3,4° et 6,7° C observés au cours de la période expérimentale.

Caractéristiques édaphiques et vocation culturale des sols

L'UREO Chtouka est située sur un plateau schisteux de la Meseta côtière, avec une topographie faiblement ondulée. Les eaux de ruissellement s'accumulent dans les bas-fonds et forment des "dayas". Les sols sont en majorité argileux, non calcaires. Ils contiennent en général suffisamment de potasse assimilable, mais sont plus ou moins pauvres en phosphore assimilable (tableau 3). Les horizons supérieurs sont de texture variable sablo-limoneuse, avec de l'argile en profondeur. En dépit de la faible pluviométrie, mais en raison de la nature de la roche-mère et de la concentration des précipitations en hiver, l'hydromorphie constitue une limitation importante pour les cultures. En effet, les vocations des sols arables sont étroitement liées à leur degré d'hydromorphie (tableau 4). Ci-après, la répartition des types de sols sur les 985 ha de l'UREO:

- 13 % de sols vertiques peu hydromorphes, neutres et battants,
- 60 % de sols fersiallitiques à pseudogley de profondeur, faiblement acides, très battants,
- 6 % de sols hydromorphes des "dayas" et
- 21 % de sols fersiallitiques à pseudogley de profondeur, très pierreux et non arables.

Tableau 3: Types de sol et leurs caractéristiques au niveau de la couche arable.

Type de sol	N° échant.	pH		K ₂ O ass. ppm	P ₂ O ₅ ppm	MO %
		KCl	H ₂ O			
Sols vertiques	5	5,9	7,0	525	43	2,3
Sols fersiallitiques à pseudogley	11	5,7	6,8	267	24	2,0
Sols hydromorphes	1	5,7	6,8	486	18	3,4
Sols fersiallitiques pierreux	1	5,8	6,8	311	3	2,8

En plus de l'hydromorphie et de la battance, les principaux facteurs agronomiquement limitants des sols de Chtouka sont leur structure compacte qui gêne sérieusement le labour et leur déficience en phosphate, ainsi que pour certaines cultures comme *Medicago truncatula* la densité suboptimale du *Rhizobium* dans les sols fersiallitiques (voir chap. Techniques d'installation).

Abstraction faite du problème posé par le pâturage clandestin, les différentes contraintes agronomiques des sols à Chtouka limitent leur vocation culturale à la concentration des cultures à grains sur les sols vertiques et à leur réduction sur les sols fersiallitiques à pseudogley (tableau 4).

Tableau 4: Vocation culturale des sols à Chtouka.

Type de sol	Vocation culturale
Sols vertiques	Assolement triennal, type blé - triticales ou - petits pois ou orge ou vesce pâture ou cultures d'ensilage Medicago scutellata à ressemer
Sols fersiallitiques à pseudogley	a) Assolement triennal triticales - cultures d'ensilage - vesce pâture b) Prairies à trèfle souterrain/Medicago spp. annuelles de longue durée
Sols hydromorphes	Parcours ou Cultures printanières occasionnelles
Sols fersiallitiques pierreux	Parcours ou parcours améliorées

Occupation du sol

Tableau 5: Evolution de l'occupation du sol à la ferme Chtouka de la SNDE de 1982/83 à 1989/90 (ha).

Type de culture	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90
Céréales pâture ¹⁾	64	80	40	36	91	30	-	-
Cultures d'ensilage ²⁾	35	80	55	50	74	60	29	37
Blé	94	53	32	38	21	30	23	20
Triticale	-	-	-	-	-	20	10	15
Orge	63	25	37	30	47	50	20	15
Seigle	-	10	-	-	-	-	-	-
Prairies à Medicago spp. ann. ³⁾ et trèfle souterrain	42	38	40	65	60	90	40	47
Jachères	411	388	441	386	269	212	282	230
Parcours non arables	254	254	254	254	254	254	254	254

1) principalement orge

2) orge, avoine, vesce-avoine, pois-triticales, pois-orge

3) en cas de deux chiffres: 1er chiffre: récemment semé, 2ème chiffre: régénéré

Durant la période d'essais, l'occupation des sols à Chtouka reflète, en matière de vocation culturale des différents sites, des adaptations des techniques culturales associées à des impératifs de gestion sociaux et financiers (tableau 5). En effet, la combinaison d'une pluviométrie aléatoire à des sols difficiles exigeant des engins puissants pour le labour et à des moyens financiers limités, a finalement empêché l'autonomie de l'UREO et a conduit, dans la campagne 1987/88, au rattachement des terres de Chtouka à l'UREO Had Soualem. Cette mesure a été accompagnée d'une nette extensification qui se traduit par la diminution des cultures annuelles de 211 ha entre 1982/83 et 1987/88 à 85 ha en 1988/89 et 1989/90.

Parmi les acquis techniques de l'occupation du sol pendant la période d'expérimentation figurent:

- la concentration des cultures annuelles sur les sols vertiques,
- la réduction de la surface des céréales pâture,
- l'introduction du triticale autant comme céréale que comme culture d'ensilage, en association avec le pois fourrager et
- la culture des prairies à base de *Medicago spp.* annuelles et de trèfle souterrain sur les sols fersiallitiques à pseudogley marginaux pour les grandes cultures.

CHOIX DES ESPECES ET VARIETES

Nous prenons comme point de départ pour la discussion du choix des espèces et variétés à Chtouka le cadre de la vocation culturale (tableau 4), qui réserve les grandes cultures aux sols vertiques ainsi qu'aux sols fersiallitiques à pseudogley assez bien drainés alors que les prairies sont concentrés sur des sols inaptes ou marginaux pour les cultures. Les connaissances relatives au choix des espèces et variétés, acquises au terme de la période d'expérimentation, traduisent l'ensemble des résultats et des expériences (y compris les données sur les exigences des variétés documentées dans la littérature), notamment:

- des essais en petites parcelles,
- des tests en grandes parcelles au niveau de l'exploitation,
- d'une surveillance continue des prairies et
- de l'analyse phytosociologique de la végétation spontanée.

Nous discuterons successivement les cultures annuelles assolées, les espèces pastorales et les arbustes fourragers.

Cultures assolées

Les cultures assolées - cultures à grains, cultures d'ensilage et cultures pâturées - occupent principalement les sols vertiques. En ce qui concerne les cultures à grains, leur choix variétal a évolué essentiellement en fonction de l'expérience acquise au niveau de l'exploitation (rapports SNDE), tandis que l'expérimentation a contribué au choix variétal des cultures d'ensilage et des cultures pâturées.

Cultures à grains

Le blé tendre est la culture la plus exigeante à Chtouka et devrait être limitée aux sols vertiques. Il occupe la tête d'un assolement triennal. "Potam" était de loin la meilleure variété cultivée, avec un rendement en grains de l'ordre de 20 qx/ha en années assez favorables.

Le triticale devrait servir de deuxième céréale dans l'assolement triennal sur des sols vertiques respectivement de 1ère sole d'un assolement triennal sur les meilleurs sols fersiallitiques à pseudogley. De toutes les céréales, le triticale supporte le mieux des conditions hydromorphes temporaires. La variété précoce "Triticore" a donné des rendements en grains de 15 à 20 qx/ha.

Quant à l'orge, les rendements en grains des variétés cultivées (895, 905, ACSAD 60) n'ont guère dépassé les 10 qx/ha, et ceci est principalement dû aux maladies, l'helminthosporiose en particulier. La culture d'orge à grains présenterait un intérêt certain à Chtouka si l'on trouvait des variétés plus performantes. En attendant, elle peut être remplacée par le triticale ou cultivée pour l'ensilage avec ou sans déprimage. Une caractéristique avantageuse de l'orge est sa capacité d'être utilisée à deux fins: soit déprimage et grains + paille soit déprimage et ensilage. Dans un essai de 1983/84, où l'on a comparé du matériel fourni par l'ICARDA à la variété "Rabat 071", nous n'avons pas pu identifier de génotypes particulièrement tolérants au déprimage, ni des introductions supérieures à la variété locale utilisée comme témoin (tableau 6).

Tableau 6: Production en fourrage (MS t/ha), grains (qx/ha), paille (t/ha) et UF (par ha) de l'orge déprimé (25/1) et non déprimé.

Variété	déprimé				non déprimé		
	MS	grains	paille	UF	grains	paille	UF
Saida	2,42	6,3	1,88	3176	17,5	4,79	3427
Windson	2,43	3,7	2,39	3150	-	3,69	-
C-63 (USA)	2,49	2,3	2,44	2927	11,1	5,39	2996
Alger	1,91	5,5	2,66	3105	7,6	4,24	2244
Antares	2,66	2,8	2,41	3464	7,3	3,87	2085
2762	2,47	7,6	1,71	3286	11,5	4,31	2659
BCO Mr/M 29	2,74	3,5	0,59	2584	-	3,09	-
Rabat 071	2,73	8,8	1,79	3609	17,5	5,99	3847

D'autre part, comme toutes les variétés étaient attaquées par *Helminthosporium*, cet axe de recherche a été abandonné, d'autant plus que le facteur hydrique semble dans les conditions de Chtouka bien plus important que les différences génotypiques d'aptitude à l'utilisation à deux fins et que ces essais étaient difficiles à organiser. Cependant, cette appréciation peut être tempérée par les résultats positifs obtenus à partir d'essais réalisés avec du nouveau matériel végétal qui s'est trouvé disponible entre-temps.

Ainsi, selon Amri et Boulanouar (1990), les variétés Tamalalt, ACSAD 60 et Aglou peuvent être considérées comme des variétés à deux fins. Elles ont produit dans des essais préliminaires des quantités élevées de fourrage par déprimage, sans diminution du rendement en grains, à condition que les conditions météorologiques après le déprimage ne soient pas défavorables.

Le petit pois a été cultivé à Chtouka seulement en tant que culture d'ensilage, principalement en association avec le triticale. Pour des raisons d'assolement, il serait souhaitable de prévoir également sa culture à grains pure sur des sols vertiques. La paille du petit pois à grains est d'ailleurs appréciée dans la région comme fourrage de valeur facile à conserver.

Cultures d'ensilage

Les cultures d'ensilage qui occupent la 2ème sole dans l'assolement triennal à Chtouka, sont composées soit de céréales pures (orge, avoine), soit d'associations céréales/légumineuses (vesce-avoine, vesce-triticale, pois-orge, pois-triticale). L'avantage des céréales pures réside dans leur souplesse d'exploitation avec l'option de déprimage et un haut rendement à fertilisation azotée élevée. Les associations céréales/légumineuses par contre possèdent une

valeur alimentaire plus riche en protéines. Dans la pratique, il convient d'introduire plusieurs types de cultures d'ensilage, afin d'échelonner convenablement la coupe et de profiter au maximum du déprimage de l'orge et de l'avoine. Des rendements compris entre 20 et 30 t MV/ha ont été obtenus avec des associations pois-triticales et vesce-avoine en années favorables et entre 10 et 15 t MV/ha en années difficiles. Dans de telles années, l'ensilage offre en plus la possibilité de récupérer des cultures à grains sans chance de succès sous forme de fourrage conservé de qualité. Les variétés céréalières à rendement élevé en grains conviennent aussi très bien pour l'ensilage. En ce qui concerne l'avoine, des types précoces comme Avon et Soualem sont à recommander parmi les variétés les plus récentes.

Cultures pâturées

Une légumineuse pâturée peut servir d'alternative au petit pois à grains en tant que précédent cultural de la 1ère sole. Par contre, pour des raisons d'assainissement de l'assolement (cycle de maladies, maîtrise des mauvaises herbes, accumulation biologique d'azote), des céréales pâturées s'intègrent mal dans la rotation des cultures à Chtouka. On a testé à cet effet la vesce et des *Medicago spp.* Etant donné que la régénération par égrenage n'est pas exigée dans ce cas, les variétés vigoureuses et relativement tardives conviennent particulièrement. *Medicago scutellata* Kelson a été testée en grande parcelle avec un succès remarquable. Parmi les vesces, *Vicia dasycarpa* Namoi a été introduite en grande parcelle avec succès, cependant une variété plus tardive comme *V. villosa* INRA 6194 conviendrait mieux à cette fin.

Plantes pastorales

La principale raison de l'intérêt porté à l'amélioration pastorale à Chtouka réside dans l'utilisation adéquate pour les grandes cultures des sols marginaux du type fersiallitique à pseudogley. D'autres sites possibles pour l'amélioration pastorale sont les sols fersiallitiques à pseudogley non arables, les zones hydromorphes des "dayas" et les sols vertiques dans le cas de cultures pastorales non régénératrices (voir chap. Cultures assolées).

Nous avons concentré l'amélioration pastorale sur des sols fersiallitiques à pseudogley, par semis de prairies à légumineuses autorégénératrices annuelles. Une trentaine de variétés ont été testées de différentes façons (tableau 7), dont les principales caractéristiques nécessaires à leur adaptation à ce site sont: la tolérance aux conditions hydromorphes temporaires, une précocité

citée adéquate et un niveau élevé en graines dures. Par conséquent, toutes les espèces et variétés qui exigent un bon drainage comme *Ornithopus spp.*, *M. rugosa*, *M. littoralis*, *M. tornata* et *M. scutellata* ne sont pas adaptées. Les variétés Serena et Circle Valley de *M. polymorpha* sont à déconseiller, étant donné leurs faibles rendements en graines dus à une sensibilité à l'antracnose durant la formation des graines, et ce malgré l'importance du rendement en biomasse dans l'année de semis. Parmi les variétés testées de *M. truncatula*, Paraggio ne possède pas un niveau de dureté de semences suffisant, tandis que Borung et Jemalong sont un peu trop tardives, mais restent utilisables.

Tableau 7: Variétés de légumineuses pastorales testées.

M. laciniata	population locale	O. compressus	Uniserra
M. littoralis	Harbinger	O. "	384679
M. polymorpha	Circle Valley	O. "	102
** M. "	Santiago	O. sativus	French
M. "	Serena	T. hirtum	Kondinin
M. "	population locale	T. subterraneum	Clare
M. rugosa	Paraponto	* T. "	Daliak
M. "	Sapo	* T. "	Dalkeith
M. scutellata	Kelson	** T. "	Nungarin
M. "	Robinson	T. "	Trikkala
M. "	Sava	Vicia dasycarpa	Namoi
M. tornata	Tornafield		
M. truncatula	Borung		
** M. "	Cyprus		
* M. "	Jemalong		
** M. "	Sephi		

**à recommander en priorité pour des sols fersiallitiques à pseudogley

* conviennent aux mêmes sites

Les rendements varient fortement d'année en année en fonction de la pluviométrie. En considérant la moyenne des trois meilleures variétés de *Medicago* dans des essais variétaux, nous avons trouvé sur 4 années un rendement moyen de 4,58 t MS/ha avec des extrêmes de 3,21 et 6,90 t. Les chiffres correspondants des rendements en graines s'élevaient en moyenne à 287 kg/ha et les extrêmes à 214 et 343 kg.

La composition des mélanges variétaux utilisés à Chtouka a changé au fur et à mesure de l'expérience acquise et devrait encore évoluer davantage avec l'apparition de nouvelles variétés adaptées et performantes. Les variétés du tableau 7 marquées par un astérisque peuvent être utilisées dans des mélanges de semis, de préférence en associant deux variétés de *Medicago* à exigences complémentaires à 2 variétés de trèfle souterrain. Le mélange recommandé au terme de la période d'expérimentation, à raison d'une densité de semis de 5 kg/ha par variété, était:

M. polymorpha Santiago *M. truncatula* Cyprus
T. subterraneum Dalkeith *T. subterraneum* Nungarin.

Le même mélange peut être utilisé sur des sols fersiallitiques à pseudogley non arables qui se distinguent essentiellement par une teneur en pierres beaucoup plus élevée.

En dehors des prairies à légumineuses annuelles, *Lolium rigidum* peut être semé ou favorisé conjointement avec d'autres graminées annuelles de la végétation spontanée par fertilisation azotée associée à un désherbage chimique antidicotylédone (Bätke 1992). Des résultats en petites parcelles indiquent que *Lolium rigidum*, fertilisé avec 50 kg N/ha et plus, permet d'obtenir des rendements en MS supérieurs aux prairies à légumineuses annuelles.

Cependant, il est techniquement difficile de réaliser dans ce climat aléatoire une fertilisation azotée correcte; *Lolium rigidum* persiste mal sur ces sols colmatants, la valeur alimentaire des prairies graminéennes est inférieure à celle des prairies à légumineuses et la destruction chimique de la composante dicotylédone paraît dans ces conditions contestable. Aussi, avons-nous favorisé les prairies à légumineuses annuelles.

En vue de créer sur les sols hydromorphes des dayas des prairies qui restent vertes longtemps au printemps, l'adaptation des graminées vivaces suivantes a été observée durant 4 années entre 1982/83 et 1985/86:

Agropyrum intermedium
Dactylis glomerata Berber, Currie, Palestine
Ehrharta calycina Mission
Festuca arizonica
Festuca arundinacea Gloria, Grombalia
Festuca longifolia
Orzyzopsis hymenoides
Phalaris aquatica origine M'Da, Perla, Sirocco, Siroso,
origine Syrie.

Grombalia et Sirolan ont le mieux persisté avec 11 respectivement 7 touffes vigoureuses/m² en 4ème année sous régime d'une coupe/an. Un test d'exploitation sur 3 ha avec un mélange de Grombalia, Sirolan et *T. subterraneum* Trikkala relativement bien installé en 1986, a été complètement asphyxié après deux mois de submersion durant la campagne suivante. Au vu de ce risque, de la faiblesse de la surface potentiellement apte et des difficultés d'installation, il a été décidé de ne plus consacrer d'efforts supplémentaires à la création de prairies à graminées vivaces à Chtouka.

Arbustes fourragers

Les essais d'adaptation d'arbustes fourragers visaient des objectifs similaires à ceux des graminées vivaces, c'est à dire valoriser des sites non arables et produire de la verdure hors saison. Trois essais d'adaptation ont été conduits, dont l'un par l'auteur entre 1983/84 et 1985/86, les deux autres par Mill en 1986/87 et 1987/88. Dans l'ensemble, 40 provenances de 29 espèces ont été testées:

<i>Acacia aneura</i>	(1)*	<i>Cytisus mollis</i>	(1)
" <i>cyanophylla</i>	(1)	" <i>prolifer</i>	(1)
" <i>cyclops</i>	(1)	<i>Maireana aphylla</i>	(1)
" <i>gummifera</i>	(1)	" <i>brevifolia</i>	(2)
" <i>karoo</i>	(1)	" <i>platycarpa</i>	(1)
<i>Atriplex canescens</i>	(2)	" <i>polypterygia</i>	(1)
" <i>cineria</i>	(1)	<i>Medicago arborea</i>	(2)
" <i>glauca</i>	(1)	<i>Rhagodia baccata</i>	(1)
" <i>isatadea</i>	(1)	" <i>parabolica</i>	(1)
" <i>halimus</i>	(3)	<i>Salsola vermiculata</i>	(1)
" <i>lentiformis</i>	(3)	<i>Simmondsia chinensis</i>	(2)
" <i>leucoclada</i>	(1)		
" <i>nummularia</i>	(4)		
" <i>paludosa</i>	(1)		
" <i>polycarpa</i>	(1)		
" <i>rhagodoïdes</i>	(1)		
" <i>semibaccata</i>	(1)		
" <i>undulata</i>	(1)		

* nombre de provenances testées

Malgré des perturbations dans les essais de Mill, il est devenu rapidement évident que le mauvais drainage des sols fersiallitiques à pseudogley empêche la plupart des espèces d'exprimer leur potentiel de production et d'atteindre une productivité économiquement intéressante. D'autre part, les dégâts intentionnels et répétés causés aux essais clôturés ont clairement montré que les conditions sociales locales n'étaient pas favorables à l'intégration des arbustes fourragers dans un système de production rationnel. Par conséquent, cet axe de travail n'a pas pu être poursuivi. Cela vaut également pour deux essais de fertilisation et un essai de densité de plantation installés par Mill, qui ont dû être abandonnés, suite à leur destruction intentionnelle. Néanmoins, plusieurs génotypes, dont une origine syrienne de *Atriplex nummularia* et une d'Australie occidentale de *A. halimus*, se sont avérés prometteurs et mérite-

raient d'être testés en grandes parcelles de production dans un environnement humain plus favorable que celui de Chtouka.

TECHNIQUES CULTURALES

Les essais relatifs aux techniques culturales ont été consacrés principalement aux cultures pastorales pour répondre aux questions actuelles de l'exploitation, tandis que les techniques culturales des cultures fourragères classiques ont été considérées comme relativement bien connues, bien qu'elles peuvent encore substantiellement bénéficier de l'expérimentation. Nous rapportons par la suite les résultats et expériences concernant l'effet de la mise en défens, la fertilisation, les techniques d'installation, l'entretien et l'exploitation.

Mise en défens des jachères pâturées

La technique de mise en défens d'une partie des jachères pâturées pendant quelques mois de la période de végétation a été pratiquée de façon occasionnelle à Chtouka, afin de permettre la réhabilitation de la végétation spontanée. Pour apprécier l'effet de la mise en défens, on a étudié dans un essai de 4 ans l'évolution et le rendement de la végétation spontanée sur sol fersialitique à pseudogley (tableaux 8 + 9). La composition botanique a été améliorée par une augmentation nette de la part des légumineuses durant la période d'expérimentation (tableau 8). Cependant, la proportion de la meilleure graminée *Lolium rigidum* a diminué alors que la part de quelques herbes indésirables, comme *Scolymus hispanicus*, *Plantago coronopus* et *Hypochoeris glabra*, a augmenté. Malgré la perte de semences attribuée au labour, la composition botanique de la jachère en rotation avec l'orge s'est révélée légèrement plus favorable que celle de la jachère continue de même que son rendement en MS. Cependant, le rendement de la jachère, soit continue soit en rotation avec orge, est resté nettement inférieur à celui d'une prairie semée à légumineuses (tableau 9). En conclusion, dans les conditions actuelles de Chtouka, la mise en défens ne permet pas de transformer rapidement la végétation spontanée des jachères en pâturage à rendement élevé et de composition botanique favorable. Une amélioration pastorale efficace doit passer par un ressemis, suivi par une exploitation qui veillera au maintien dans les peuplements des prairies des espèces de valeur qui se trouvent dans la végétation spontanée.

Tableau 8: Composition botanique en proportion (%) des contacts d'espèces totaux d'aiguilles verticales le long de transects.

Espèce	Jachère continue				Jachère en rotation avec orge	
	83	84	85	86	84	85
<i>Lolium rigidum</i>	19,4	7,8	4,8	4,7	9,6	7,5
<i>Bromus mollis</i>	-	0,4	4,5	7,5	0,2	7,4
<i>Gaudinia fragilis</i>	-	2,6	6,1	-	1,4	1,8
<i>Poa annua</i>	-	-	0,1	0,7	-	0,2
<i>Vulpia myurus</i>	-	-	0,7	0,1	-	-
<i>Cynodon dactylon</i>	-	-	0,1	0,2	-	0,3
<i>Phalaris minor</i>	-	-	0,1	0,3	0,1	-
<i>Lamarckia aurea</i>	-	-	0,1	-	-	-
<i>Hordeum vulgare</i>	-	-	-	-	-	0,1
<i>Medicago polymorpha</i>	-	13,8	14,4	15,8	17,1	26,9
<i>Trifolium tomentosum</i>	-	8,6	13,6	7,9	7,1	7,3
<i>Scorpiurus muricatus</i>	1,0	2,6	0,3	0,6	4,3	0,9
<i>Ornithopus compressus</i>	-	1,2	1,1	2,4	0,4	1,9
<i>Trifolium isthmocarpum</i>	-	-	6,0	-	-	0,8
<i>Hippocrepis multisiliquosa</i>	-	1,1	-	-	2,2	2,3
<i>Trifolium angustifolium</i>	-	0,1	1,0	0,7	-	0,2
" <i>cherleri</i>	-	-	-	1,3	0,3	0,1
" <i>campestre</i>	-	0,1	0,1	0,8	0,1	0,1
<i>Ornithopus isthmocarpus</i>	-	0,1	0,6	-	-	0,1
<i>Lotus hispidus</i>	-	0,3	0,3	-	-	-
<i>Medicago truncatula</i>	-	-	0,4	-	-	-
<i>Trifolium subterraneum</i>	-	-	-	0,1	-	-
<i>Diplotaxis catholica</i>	28,0	13,9	6,6	4,1	23,6	10,0
<i>Hypochoeris glabra</i>	2,2	9,0	10,8	17,3	3,3	12,6
<i>Anagallis arvensis</i>	25,8	3,7	0,1	2,2	0,9	1,2
<i>Plantago coronopus</i>	-	3,6	10,9	12,1	2,5	1,0
<i>Raphanus raphanistrum</i>	10,7	4,0	1,2	2,5	2,8	7,1
<i>Spergularia bocconeii</i>	-	11,6	0,2	0,3	13,1	0,2
<i>Scolymus hispanicus</i>	2,2	2,6	6,8	5,3	1,9	1,1
<i>Erodium moschatum</i>	1,0	5,7	2,0	3,1	2,3	0,6
<i>Carlina racemosa</i>	2,2	2,6	2,0	2,7	1,4	1,6
<i>Rumex bucephalophorus</i>	2,2	1,1	1,2	1,6	0,3	0,3
<i>Ormenis mixta</i>	1,1	0,7	0,2	0,8	1,9	1,6
<i>Silene gallica</i>	1,1	0,8	1,4	0,6	0,7	1,0
<i>Spergula arvensis</i>	1,0	-	-	3,1	-	0,1
<i>Echium plantagineum</i>	1,1	0,6	-	0,2	0,5	0,7
<i>Ormenis praecox</i>	1,0	0,3	0,2	0,3	0,1	0,1
<i>Emex spinosa</i>	-	0,1	-	0,1	0,9	0,3
<i>Filago gallica</i>	-	-	0,4	0,1	0,2	0,4
<i>Malva hispanica</i>	-	-	-	0,1	0,2	0,3
<i>Anacyclus radiatus</i>	-	-	-	-	0,1	0,5
<i>Sinapis arvensis</i>	-	-	-	-	-	0,8
Autres herbes	-	1,0	1,7	0,4	0,5	0,6
Graminées totales	19,4	10,8	16,5	13,5	11,3	17,3
Légumineuses "	1,0	27,9	37,8	29,6	31,5	40,6
Herbes "	79,6	61,3	45,7	56,9	57,2	42,1

Tableau 9: Rendement (t MS/ha) d'une jachère non fertilisée continue, d'une jachère en rotation biennale avec l'orge et d'une prairie à base de *Medicago truncatula* 'Jemalong'.

Culture	1983	1984	1985	1986	Moyenne
Jachère continue	1,45	2,65 b	2,88 b	4,88 b	2,97
Jachère en rotation avec orge	-	3,41 b	-	7,49 a	(5,45)
Prairie de <i>M. truncatula</i> (de 84 à 86)	1,50*	4,56 a	4,34 a	7,51 a	4,45

* mélange de plusieurs espèces et variétés d'adaptation variable

Fertilisation

Nous avons essayé de déterminer par une série d'essais si la fertilisation potassique pratiquée par l'exploitation est nécessaire, si les légumineuses ont besoin d'une fertilisation azotée initiale, si le chaulage exerce un effet positif sur les légumineuses sur sols légèrement acides et quelle réponse peut-on attendre de la fertilisation azotée et phosphatée.

Fertilisation potassique

Dans 6 essais avec différentes cultures, aucune réponse significative de la fertilisation potassique sur le rendement n'a pu être observée ni sur des sols vertiques ni sur des sols fersiallitiques à pseudogley de profondeur (tableau 10). Au contraire, dans 5 cas sur 6 on a constaté une tendance à la baisse du rendement. Sur les deux sites expérimentaux, la fertilisation potassique augmente la valeur K_2O ass. du sol. Cependant, ces sols contiennent nettement plus de 120 ppm K_2O ass. dans la couche supérieure, seuil au-delà duquel la fertilisation potassique ne fournit pas de réponse (Jones 1974). La fertilisation potassique est donc superflue à Chtouka, sauf sur des sols sableux (parcelle 2 à la périphérie Nord).

Tableau 10: Influence de la fertilisation potassique sur le rendement et la teneur en K₂O du sol.

Sol	Culture	Traitement N - P ₂ O ₅ - K ₂ O (kg/ha)	kg MS / kg K ₂ O	K ₂ O ass. du sol ppm	Année
vertique	orge	80 - 80 - 0	-13	278	1982
		80 - 80 - 80		314	
vertique	pois-orge	40 - 80 - 0	- 6		1982
		40 - 80 - 80			
vertique	vesce-avoine	20 - 80 - 0	- 2		1983
		20 - 80 - 80			
fersiallitique à pseudogley	seigle	50 - 80 - 0	- 4	186	1983
		50 - 80 - 80		274	
idem	<i>Vicia dasycarpa</i>	20 - 80 - 0	+ 5		1984
		20 - 80 - 80			
idem	<i>Medicago truncatula</i> 'Jemalong'	0 - 45 - 0	- 3		1987
		0 - 45 - 60			

Effet de chaulage

L'effet du chaulage (750 kg CaO/ha) sur un sol fersiallitique à pseudogley ensemencé avec 7 variétés de *Medicago* (*M. polymorpha*, *M. rugosa*, *M. scutellata*, *M. truncatula*) a été testé dans un essai bifactoriel en 1985/86, en supposant que la chaux pourrait influencer la croissance soit par stimulation de l'activité du *Rhizobium*, soit par amélioration de la structure du sol. Ni l'interaction chaulage x variété, ni le chaulage seul n'a eu un effet significatif sur la culture. Le rendement moyen en MS était de 6,32 t MS/ha avec chaulage et de 6,57 t/ha sans chaulage. Aucun effet favorable du chaulage n'a pu être démontré, même pour les espèces calcicoles comme *M. truncatula* et *M. rugosa*.

Fertilisation azotée et phosphatée

Les sols de Chtouka sont déficients en azote et en phosphore (tableau 3), cependant la réponse des cultures à la fertilisation azotée et phosphatée dépend largement des conditions météorologiques. En année sèche, la réponse est faible, voire nulle; en année favorable, elle peut être forte. L'azote doit être

appliquée en fonction des conditions météorologiques et l'application du phosphate doit tenir compte des exportations moyennes. Avec une fertilisation azotée de 50, 100 et 150 kg N/ha, nous avons enregistré chez le seigle (1983) un surplus de rendement respectivement de 16, 9 et 7 kg MS/kg N.

La fertilisation azotée des légumineuses pures n'a pas montré d'effet dans deux essais avec *Vicia dasycarpa* et *Medicago spp.* annuelles (*M. polymorpha* 'Serena' et *M. truncatula* 'Cyprus' et 'Jemalong'); elle est donc à déconseiller. Dans ces essais, la réponse (non significative) était un surplus de rendement de 2 kg MS/kg N pour la vesce et une perte de 1 kg MS/kg N pour *Medicago*.

Quant à la fertilisation phosphatée, des augmentations de rendement de 5, 7 et 21 kg MS/kg P₂O₅ ont été obtenus respectivement chez le seigle (80 kg P₂O₅/ha), *Vicia dasycarpa* (80 kg P₂O₅/ha) et *Medicago truncatula* 'Jemalong' (45 kg P₂O₅/ha).

Sur la base de ces résultats ainsi que des rendements moyens, l'orientation approximative suivante est proposée pour la fertilisation à Chtouka (voir tableau 11):

Tableau 11: Orientation pour la fertilisation des principales cultures à Chtouka (kg/ha)*.

Culture	N	P ₂ O ₅
Céréales à grains (blé, triticale, orge)	65	35
Cultures d'ensilages		
Associations céréales-légumineuses	40	45
Céréales pures (avoine, orge)	80	45
Cultures de légumineuses annuelles (Petit pois, vesce, <i>Medicago scutellata</i>)	0	45
Prairies à trèfle souterrain/ <i>Medicago spp.</i> annuelles		
1ère année	0	35
années suivantes	0	22

* sur sols sableux également fertilisation potassique

Techniques d'installation

Concernant les techniques d'installation, trois questions ont été étudiées: l'inoculation des légumineuses pastorales, le semis pastoral direct et l'effet du désherbage chimique sur l'installation des arbustes fourragers.

Des observations au champ de la déficience de la nodulation chez *Medicago truncatula* nous ont incité à examiner l'influence de l'inoculation de *M. truncatula* où un effet positif était attendu de l'inoculation, en comparaison de *M. polymorpha* et *Trifolium subterraneum* où aucun effet n'a été prévu.

Effectivement, dans un essai (1986/87) l'inoculation a augmenté le rendement hivernal en MS (coupé le 27/2) de *M. truncatula* (2,86 t MS/ha vs. 2,13 t MS du traitement non inoculé), mais non le rendement total et le rendement en semences, tandis que chez *M. polymorpha* et chez *T. subterraneum* aucun effet d'inoculation n'a été observé. En désaccord avec ce résultat cohérent, Thami (1988) a constaté un effet négatif de l'inoculation sur la croissance hivernale de *M. truncatula* et *M. polymorpha*, dû vraisemblablement à un effet nocif de la tourbe sur le *Rhizobium*. Il a été conclu que l'influence positive occasionnelle de l'inoculation chez *M. truncatula* ne justifie pas l'utilisation de semences inoculées. Ces résultats soulignent néanmoins la nécessité d'employer des mélanges variétaux comprenant des variétés plus tolérantes à l'acidité et à l'hydromorphie, telles que *M. polymorpha* et *T. subterraneum*.

Des semis directs sans travail du sol ni préparation du lit de semences ont été testés plusieurs fois avec succès en grandes parcelles aussi bien sur sols arables que sur sol de parcours. Nous rapportons ci-après l'installation d'un semis direct par chisel seeder (1989/90) sur sol de parcours après dépierrage superficiel (densité de semis 12 kg/ha *M. polymorpha* et *M. truncatula* + 12 kg/ha *T. subterraneum*): installation le 14/12 en plantes/m²: *Medicago* 187, *Trifolium* 130. Ce résultat est meilleur que plusieurs semis conventionnels comportant des imperfections d'exécution (voir chap. Applications au niveau de l'exploitation).

Désherbage chimique des prairies

On a observé qu'avec le temps, la composition botanique des prairies à base de légumineuses annuelles se dégrade par l'envahissement des mauvaises herbes, notamment *Scolymus hispanicus*, *Carlina racemosa*, *Plantago coronopus* et autres spp. Deux essais conduits en 1985/86 en petites parcelles et en 1986/87 dans une prairie en 4ème année ont permis d'apprécier la phytotoxicité des produits MCPA, Basagran (bentazone), Basagran M* et Tribunil (métabenzthiazuron) pour la culture de *Medicago* ainsi que pour les principales mauvaises herbes. MCPA et Tribunil ne sont pas assez sélectifs pour les *Medicago* annuelles. Ils devraient être réservés à des tâches spéciales, par exemple l'emploi tardif de MCPA à faible dose (0,3-0,5 l/ha) contre des crucifères

* 1 l de Basagran M contient 0,47 l de Basagran et 0,3 l de MCPA.

comme *Sinapis arvensis* et *Raphanus raphanistrum*. Basagran et Basagran M se sont avérés suffisamment sélectifs jusqu'à une dose de 1,5 l/ha pour *M. polymorpha* et *M. truncatula*, cultivées à Chtouka, mais pas pour *M. scutellata*. Le trèfle souterrain est généralement moins sensible que *Medicago spp.* Basagran M contrôle un spectre de mauvaises herbes plus large que Basagran, dont *Scolymus hispanicus*, *Plantago coronopus*, *Ormenis praecox*, *Anacyclus radiatus*, *Raphanus raphanistrum*, *Hypochoeris glabra*, *Spergula arvensis* et autres spp.; *Emex spinosa* n'est pas contrôlée. La dose recommandée de Basagran M est de 1,2 l/ha, à appliquer au stade de 4-8 f du *Medicago*. Le produit a été utilisé avec succès sur de grandes parcelles, mais de façon trop sporadique.

L'effet de désherbage chimique sur l'installation des arbustes fourragers a été démontré dans deux essais en 1984/85 et 1985/86. Un désherbage pour favoriser l'installation est nécessaire, afin d'éviter l'étouffement des plants par la végétation annuelle spontanée et pour favoriser une croissance convenable en 1ère année. A condition de bien protéger les plants par des sacs en plastique ou d'autres moyens, une pulvérisation de Simazine ou d'Atrazine permet un meilleur contrôle de la végétation annuelle et une meilleure croissance que par un désherbage manuel répété deux fois (tableau 12). Diuron est moins approprié, en raison de sa plus grande solubilité et du transfert au niveau racinaire qui en résulte.

Tableau 12: Désherbage pour favoriser l'installation d'*Atriplex halimus*.

Traitement	Recouvrement par des herbes annuelles (%)	Mortalité de <i>Atriplex</i> (%)	Etendue moyenne (cm)
Témoin	84 a	63	24 c
Désherbage manuel	49 b	12	90 b
Atrazine (1 l/ha)	32 c	0	108 ab
Simazine (1 kg/ha)	23 c	0	131 a
Diuron (1 kg/ha)	32 c	12	90 b

APPLICATIONS AU NIVEAU DE L'EXPLOITATION

L'application au niveau de l'exploitation à Chtouka concernait principalement l'amélioration pastorale. Celle-ci a bénéficié de l'appui de l'INRA sous forme de consultations, de démonstrations, d'expérimentation en petites et grandes parcelles ainsi que d'observations des prairies, de relevés portant sur l'installation, la composition botanique et les rendements en gousses en année de semis, et la composition botanique des prairies régénérées. Au cours de la

période expérimentale, la surface des prairies est passée de 0 ha en 1981/82 à 382 ha en 1989/90. Au total, 465 ha ont été semés; la différence entre les deux chiffres s'explique par des échecs de semis et l'abandon de quelques parcelles dégradées. Nous discutons ici principalement les prairies de longue durée préconisées pour les sols fersiallitiques à pseudogley de profondeur. Bien que les sols vertiques se prêtent également à la culture de *Medicago spp.* annuelles, ils doivent être réservés à des cultures assolées en rotation triennale avec *Medicago (M. scutellata)* en tant que légumineuse pâturée non-régénératrice (tableau 4). L'amélioration des herbages à Chtouka s'est avérée difficile car, en plus des aléas du climat semi-aride, les sols de ce site posent de nombreux problèmes: battance, assèchement rapide, engorgement temporaire, structure compacte et labour difficile (voir chap. Caractéristiques édaphiques et vocation culturale des sols). Ainsi, les conditions du milieu renforcent les conséquences des erreurs de technique culturale.

Etant donné que ces contraintes s'expriment très différemment d'une année à l'autre, il a fallu plus de temps qu'ailleurs pour trouver aux problèmes du choix variétal, de techniques d'installation, d'entretien et d'exploitation les solutions appropriées au site de Chtouka.

Les semis précoces avant fin novembre ont généralement donné une meilleure installation que les semis tardifs, malgré un envahissement plus important des mauvaises herbes. Ils sont cependant limités par les frais élevés du labour en sec, inévitable au moins partiellement, et le manque de machines appropriées. A titre d'exemple, il a été démontré que la croûte de battance pendant la levée peut être brisée par roulage pour sauver l'installation, mais un rouleau n'est pas toujours disponible. D'autre part et aussi par manque de machines, le semis direct par chisel seeder n'est pas praticable bien que cette technique offre de grands avantages dans les conditions de Chtouka; ceci a été démontré par plusieurs tests en grandes parcelles.

En considérant le nombre de plants installés, la composition botanique et surtout la production de gousses de *Medicago*, les années 83/84, 85/86 et 88/89 peuvent être estimées comme favorables, la campagne 84/85 fut un échec et les campagnes 82/83, 86/87 et 87/88 ont donné des résultats médiocres (tableaux 13 et 14).

Tableau 13: Plantes/m² installées des prairies à légumineuses dans l'année de semis et rendement en gousses de *Medicago spp.* annuelles (kg/ha) à Chtouka.

Espèces	1982/ 83	1983/ 84	1984/ 85	1985/ 86	1986/ 87	1987/ 88	1988/ 89
Medicago spp. annuelles	86	215	608	278	210	-	-
Trifolium subterraneum	18	0		5	158	-	-
Autres légumineuses	11	0		250	0	-	-
Graminées	39	304	444	250	185	-	-
Herbes	188*	161	881	994	355	-	-
Medicago gousses	467	908	47	852	417	464	869
Surface observée (ha)	35	38	40	65	90	40	43

* Le rendement en semences représente approximativement 28 % du rendement en gousses.

La comparaison de ces données avec la pluviométrie ne montre pas de relation évidente. L'insuccès de l'installation peut être attribué à divers facteurs et plus largement à une maîtrise insuffisante des techniques culturales, par exemple:

- 1982/83 - choix variétal non optimal, battance, attaque de *Colaspidema atrum*
- 1984/85 - choix variétal erroné, semis trop profond, engorgement
- 1986/87 - mauvais lit de semences, surpâturage pendant la floraison et en été
- 1987/88 - engorgement précoce, maladie cryptogamique de *Medicago polymorpha* 'Serena'

Tableau 14: Composition botanique des prairies à légumineuses dans l'année de semis à Chtouka (% de la MV estimé).

Espèces	1982/ 83	1983/ 84	1984/ 85	1985/ 86	1986/ 87	1987/ 88	1988/ 89	1989/ 90
Medicago spp. annuelles	33	65	5	25	28	33	31	35
Trifolium subterraneum	2	0	0	35	9	19	7	3
Autres légumineuses	13	2	38	2	2	3	1	3
Graminées	23	17	30	18	20	20	29	19
Herbes	29	16	27	20	41	25	32	40
Surface observée (ha)	35	38	40	65	60	90	40	43

Des pertes de semences dues à des précipitations hors saison ont été enregistrées surtout en 1984.

Les rendements en semences du trèfle souterrain n'ont pas été relevés vu les dépenses trop élevées. Les variations de sa part dans la composition botanique s'expliquent principalement par sa proportion inégale dans les mélanges de semis. Les mélanges recommandés sont passés d'une composition initiale relativement complexe à une simplification en faveur de *Medicago truncatula* pour arriver à une composition de 1/4 *M. truncatula*, 1/4 *M. polymorpha*, 2/4 *Trifolium subterraneum* (voir chap. Mise en défens des jachères pâturées). Cependant les variétés recommandées n'ont pas toujours été disponibles en quantité suffisante.

L'évolution de la composition botanique moyenne entre 1983 et 1990 a été caractérisée par une proportion de légumineuses suffisante pour des prairies permanentes, mais aussi par une dégradation due à l'augmentation de la part des herbes qui ont atteint >40 % durant les dernières années, dont >10 % de chardons tels que *Scolymus* et *Carlina* (tableau 15). L'augmentation de la part des herbes est liée à l'âge (tableau 16) et reflète par conséquent, au moins en partie, les insuffisances de la gestion quant à l'entretien et la conduite du pâturage.

Tableau 15: Composition botanique moyenne des prairies à légumineuses à Chtouka au début du printemps de 1983 à 1990 (% de la MV estimé).

Espèces	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Medicago spp. annuelles	33	46	27	27	24	26	28	16
Trifolium subterraneum	2	3	3	18	7	14	14	16
Autres légumineuses	13	2	17	9	1	16	4	5
Graminées	23	33	25	14	25	19	13	18
Herbes	29	16	28	32	43	25	41	45
Surface observée (ha)	35	73	104	149	209	299	339	382

Tableau 16: Composition botanique moyenne des prairies à légumineuses à Chtouka au début du printemps en fonction de leur âge (% de la MV estimé).

Espèces	Age de la prairie (année)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Medicago spp. annuelles	31	25	23	22	20	23	16	24
Trifolium subterraneum	12	9	18	15	12	5	5	14
Autres légumineuses	7	9	7	12	8	9	3	3
Graminées	21	21	16	14	18	12	30	10
Herbes	29	36	36	37	42	49	46	49
Surface observée (ha)	411	359	279	209	134	84	44	15

En effet, le manque d'entretien pour contrôler les mauvaises herbes, le surpâturage pendant la floraison et en été, aggravé par un pâturage clandestin généralisé, ainsi que l'absence ou le retard de l'incorporation superficielle des gousses dans le sol en année de semis, ont empêché la formation d'un stock de semences suffisant pour surmonter les années difficiles. Pourtant, le fait que la part des herbes soit tombée à 25 % en 1988 après 43 % l'année précédente (tableau 15) suite à une pulvérisation d'environ 170 ha avec Basagran M (1,2 l/ha) prouve que des résultats satisfaisants de réhabilitation de la composition botanique peuvent être atteints rapidement. L'effet du désherbage peut être particulièrement bénéfique au cours de l'installation, comme le montre la comparaison suivante de la composition botanique (% de la MV) d'un semis en 1989 traité avec Basagran M sur un parcours particulièrement infesté par rapport à un semis non traité:

	traité	non traité
<i>Medicago spp.</i> annuelles	18	36
<i>Trifolium subterraneum</i>	44	0
Autres légumineuses	7	3
Graminées	25	18
Herbes	6	43

Dans la mesure où le manque à gagner dans la production des prairies n'est pas dû aux conditions édapho-climatiques, il est possible de compenser cette perte par une meilleure gestion et ce, grâce au potentiel intrinsèque de ces prairies. Les observations révèlent une dégradation renforcée des prairies suite à l'extensification après la transformation de l'UREO Chtouka en annexe de l'UREO Had Soualem. Une gestion plus rigide et indépendante, consciente de la nécessité d'un entretien régulier et capable de faire cesser le pâturage clandestin est indispensable pour réhabiliter et exploiter les prairies de Chtouka de façon plus rationnelle.

SYSTEME FOURRAGER

Nous discutons ici le rapport entre la production végétale et animale. Sur la base de la vocation culturale précisée (voir chap. Caractéristiques édaphiques et vocation culturale des sols) et des rendements moyens réalisables dans les conditions actuelles, la production annuelle à Chtouka pourrait atteindre environ $1,5 \times 10^6$ UF, dont 17 % de grains, 15 % d'ensilage, 14 % de paille et 54 % de différents pâturages (tableau 17). Cela se rapproche de la répartition des productions végétales pendant les 3 années qui ont précédé le rattachement de Chtouka à l'UREO Had Soualem (rapport 1987). Ceux-ci étaient cependant inférieurs d'environ 1/3 à notre estimation (tableau 17), en

raison d'une part plus faible en cultures à grains et de pertes très substantielles par délit de pacage. Entre-temps, la charge a été diminuée, mais le pâturage clandestin a encore progressé.

Tableau 17: Estimation du potentiel actuel des productions végétales annuelles à Chtouka.

Ressources fourragères	Surface (ha)	Production			totale
		grains (qx)	paille (t)	UF	
Cultures à grains					
Blé tendre	65	15	3,0	2780	180,7
Triticale	103	13	2,6	2400	247,2
Petit pois	16	7	2	1700	27,2
Cultures d'ensilage		(t MV)			
Vesce-avoine, V.-triticale	35		15	2200	77,0
Pois-triticale, pois-orge	35		13,5	2000	70,0
Avoine	14		16	2400	33,6
Orge	20		15	2200	44,0
Cultures pâturées					
Vesce	87			1800	156,6
Medicago scutellata	32			2000	64,0
Déprimage d'avoine, de triticale, d'orge	137			350	48,0
Chaumes cult. à grains + d'ensilage	288			150	43,2
Prairies à Medicago spp. annuelles et trèfle souterrain	302			1300	392,6
Parcours non arables	254			350	88,9
					<u>1.473,0</u>

Les rendements indiqués pourraient être augmentés en optimisant les techniques culturales et le choix variétal. Ils resteront cependant très dépendants de la pluviométrie aléatoire. Pour cela, une charge globale prudente, soit environ 3000 UZO au lieu des 3700 UZO possibles, serait moins stressante pour la gestion, en supposant que le pâturage clandestin aura cessé. En simplifiant, notre raisonnement inclut les cultures commerciabiles: blé, petit pois et triticale, dans les productions végétales pour apprécier la charge globale. Ceci implique qu'une quantité équivalente d'UF serait achetée sous forme de concentrés à des prix avantageux (pulpe, son, mélasse). En outre, on ne prend pas en considération le fait qu'en année difficile, les cultures peuvent être utilisées autrement que prévu, par exemple des cultures à grains peuvent servir aussi à l'ensilage et la pâture.

La répartition des besoins en UF du cheptel ovin atteint son maximum avant la vente des agneaux et son minimum avant la lutte et au début de la gestation. Pour profiter le plus des UF bon marché des pâturages, le choix de

la période d'agnelage doit faire coïncider la période des besoins maximaux avec celle de la production maximale (figure 1). Bien que les brebis peuvent compenser les fluctuations de l'alimentation par des variations du poids corporel, une supplémentation sous forme d'aliments stockés (ensilage, grains, paille, concentré) est indispensable pour un élevage ovin intensif. La part de la supplémentation augmente en fonction de l'intensification du système d'élevage, de la part et de la production des pâturages et de la charge globale. Face aux différentes situations spécifiques, le gestionnaire dispose de nombreuses options techniques pour aboutir à la solution la plus économique.

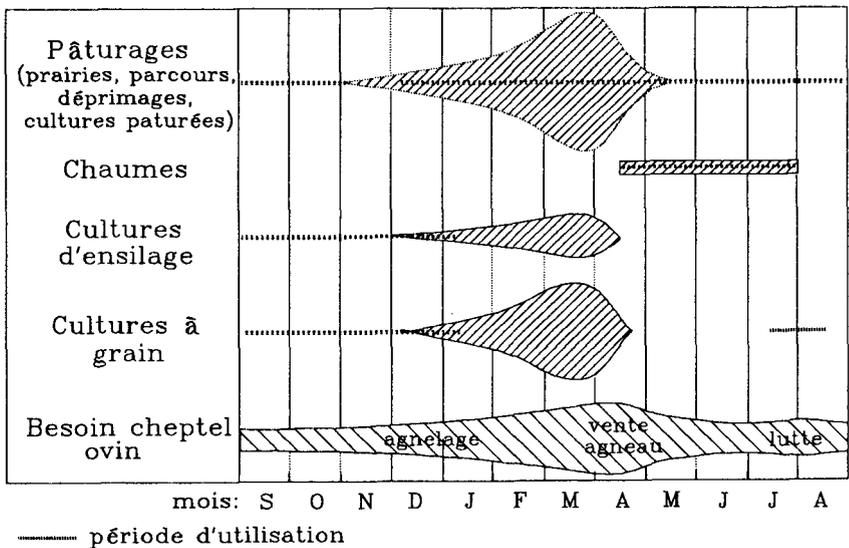


Fig. 1: Schéma de répartition des productions végétales et des besoins du cheptel ovin.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie tous ceux qui ont contribué aux activités résumées dans cet article, tout d'abord les directeurs de la SNDE, de l'UREO Chtouka et de l'UREO Had Soualem, ainsi que M. Airoud pour son assistance technique, Mme Bouinidane pour la dactylographie du manuscrit et M. Zaki pour les corrections linguistiques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amri, A. et Boulanouar, B. (1990). Résultats préliminaires sur la recherche des orges à double fin. *Al Awamia* 74, 76-81.
- Bätke, C. (1992). Amélioration de la jachère par fertilisation et désherbage. *Al Awamia* 79, 125-44.
- Jaritz, G. (1982). Chtouka. Dans: INRA/GTZ, Station Centrale des Plantes Fourragères. Rapport Annuel, pp. 90-101, Rabat, manusc. ronéot.
- Jaritz, G. (1983). Chtouka. Dans: INRA/GTZ, Station Centrale des Plantes Fourragères. Rapport Annuel, pp. 205-19, Rabat, manusc. ronéot.
- Jaritz, G. (1984). Chtouka. Dans: INRA/GTZ, Station Centrale des Plantes Fourragères. Rapport Annuel, pp. 186-99, Rabat, manusc. ronéot.
- Jaritz, G. (1985 a). Environmental constraints for the establishment of annual legume based pastures in Morocco. FAO Sub-Network on Mediterranean Pastures, 4th Meeting, Elvas/Portugal. Bulletin 4, 65-8.
- Jaritz, G. (1985 b). Chtouka. Dans: INRA/GTZ, Station Centrale des Plantes Fourragères. Rapport Annuel, pp. 179-92, Rabat, manusc. ronéot.
- Jaritz, G. (1986 a). La place de *Medicago spp.* annuelles dans le système fourrager des unités ovines de la SNDE à Had Soualem et Chtouka. 16èmes Journées de l'ANPA, Rabat, doc. ronéot., 14 p.
- Jaritz, G. (1986 b). Chtouka. Dans: INRA/GTZ, Station Centrale des Plantes Fourragères. Rapport Annuel, pp. 191-204, Rabat, manusc. ronéot.
- Jaritz, G. (1987). Chtouka. Dans: INRA/GTZ, Station Centrale des Plantes Fourragères. Rapport Annuel, pp. 162-74, Rabat, manusc. ronéot.

- Jaritz, G. (1988). Région El Jadida. Dans: INRA/GTZ, Programme Fourrages. Rapport Annuel, pp. 180-4, Rabat, manusc. ronéot.
- Jaritz, G. (1989). Région El Jadida. Dans: INRA/GTZ, Programme Fourrages. Rapport Annuel, pp. 140-3, Rabat, manusc. ronéot.
- Jaritz, G. (1990). Région El Jadida. Dans: INRA/GTZ, Programme Fourrages. Rapport Annuel, pp. 129-31, Rabat, manusc. ronéot.
- Jones, M. B. (1974). Fertilization of annual grasslands of California and Oregon. In: Mays (1974), 255-75.
- Mays, D.A. (Ed., 1974). Forage Fertilization. Am. Soc. Agron., Madison/Wisconsin.
- Mill, E. (1987). Région El Jadida - sites non arables. Dans: INRA/GTZ, Station Centrale des Plantes Fourragères. Rapport Annuel, pp. 188-92, Rabat, manusc. ronéot.
- Mill, E. (1988). Région El Jadida - sites non arables. Dans: INRA/GTZ, Programme Fourrages. Rapport Annuel, pp. 191-5, Rabat, manusc. ronéot.
- Oram, R.N. (Ed.) 1990. Register of Australian Herbage Cultivars. CSIRO, Melbourne.
- SNDE (1978). Unité Régionale d'Elevage Ovin de Chtouka, Etude Technique et Economique, 65 p., Rabat, manusc. ronéot.
- SNDE, UREO Chtouka (1985). Rapport Technique, Campagne 1983-84, 20 p., Rabat, manusc. ronéot.
- SNDE, UREO Chtouka (1986). Rapport Technique, Campagne 1984-85, 19 p., Rabat, manusc. ronéot.
- SNDE, UREO Chtouka (1987). Rapport Technique, Campagne 1985-86, 27 p., Rabat, manusc. ronéot.
- SNDE, UREO Chtouka (1987). Rapport Technique, Campagne 1986-87, 22 p., Rabat, manusc. ronéot.

- SNDE, UREO Had Soualem (1989). Rapport Technique, Campagne 1987-88, 29 p., Rabat, manusc. ronéot.
- SNDE, UREO Had Soualem (1990). Rapport Technique, Campagne 1988-89, 31 p., Rabat, manusc. ronéot.
- SNDE, UREO Had Soualem (1990). Rapport Technique, Campagne 1989-90, 29 p., Rabat, manusc. ronéot.
- Thami-Alami, I. (1988). Essai d'inoculation de *Medicago spp.* à Chtouka. Dans INRA/GTZ, Programme Fourrages, Rapport Annuel, pp. 256-7, Rabat, manusc. ronéot.