

DIX ANNEES D'EXPERIMENTATION SUR LA PRODUCTION FOURRAGERE AU NIVEAU DE L'EXPLOITATION A L'UREO HAD SOUALEM

G. JARITZ*

TABLE DES MATIERES	Page
Résumé	165
Introduction	167
Conditions édapho-climatiques et occupation du sol	169
Climat et conditions météorologiques	169
Caractéristiques édaphiques et vocation culturale des sols	171
Occupation du sol	173
Amélioration de la végétation spontanée	176
Amélioration de la jachère	176
Amélioration des sites non arables	179
Choix des espèces et variétés	189
Cultures à grains	190
Cultures fourragères à fauche	191
Cultures pastorales	193
Techniques culturales	199
Fertilisation	199
Techniques d'installation	203
Désherbage	208
Autres techniques culturales	214
Agro-écologie des prairies à <i>Medicago spp.</i> annuelles	216
Applications au niveau de l'exploitation	219
Système fourrager	222
Remerciements	224
Références bibliographiques	225

RESUME

Une synthèse des résultats d'expérimentation de 1981/82 à 1989/90 sur l'amélioration du système de production fourragère à l'UREO** Had Soualem (P = 333 mm, m = 7,8° C) a été présentée. Parmi les résultats obtenus nous faisons ressortir:

Le choix des espèces et variétés et l'étude du milieu nous ont amené à une nouvelle conception de l'occupation du sol qui prévoit en fonction du

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

** Unité Régionale d'Elevage Ovin

site, la coexistence du ley farming bi-, tri- et quadriennal avec les cultures blé, triticale, cultures d'ensilage et les prairies à *Medicago spp.* annuelles ainsi qu'un assolement triennal sans *Medicago*.

L'amélioration de la jachère par fertilisation et l'amélioration des sites non arables par mise en défens, désherbage chimique, semis sans labour et plantation d'arbustes fourragers, ont été mises au point, mais l'application sur le terrain est restée modeste. En matière de techniques culturales:

- une orientation relative aux modalités de la fertilisation,
- le semis des prairies à *Medicago* avec plante-abri,
- la densité de semis des céréales fourragères,
- le désherbage chimique des prairies à *Medicago* et du lupin et
- la date de coupe des cultures d'ensilage

ont été mis au point et assez régulièrement appliqués au niveau de l'exploitation. Les résultats relatifs à l'agro-écologie des prairies à *Medicago*, notamment leur bilan de semences et l'évolution de leur composition botanique ont permis de faire des recommandations fondées sur la gestion de ces prairies. Ces résultats se distinguent des études semblables réalisées au Maroc par la durée d'expérimentation relativement longue.

Les résultats expérimentaux obtenus à l'UREO Had Soualem sont applicables dans la zone de sols sableux du littoral à climat semi-aridé supérieur et moyen.

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

SUMMARY

Results obtained between 1981/82 and 1989/90 on the improvement of the forage production system at the UREO Had Soualem (333 mm annual rainfall, 7,8° C mean January minimum temperature) have been reviewed. We cite some prominent findings:

Based on experiments and on an increased site ecology knowledge a revision of species and cultivar choice and a new land use scheme has been elaborated. It consists of the coexistence of ley farming with a medic pasture

phase of 1 to 3 years duration in rotation with wheat, triticale, or silage crops and of a three years crop rotation without medic.

The improvement of grazed fallow by fertilization and of non arable land by protection from grazing, chemical weed control, zero-tillage sowing, and by fodder shrub planting have been shown in trials but were relatively little applied on farm level. Concerning cultivation techniques:

- recommendations for proper fertilization,
- medic pasture establishment with a cover crop,
- seed density of fodder cereals,
- weed control in medic pastures and in lupins, and
- cutting date of silage crops

have been worked out experimentally and also applied regularly on farm level. The results on the agroecology of medic pastures particularly their seed balance and the evolution of their botanical composition are of special interest compared to similar studies in the country because of the longer duration of experiments. They have been used as the basis for pasture management recommendations.

The reported results can be applied on sandy soils in the semi-arid coastal zone.

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

INTRODUCTION

Le souci essentiel de la recherche agronomique est de répondre aux besoins des utilisateurs. L'expérimentation au niveau de l'exploitation et le dialogue avec les intéressés qui y sont associés peut contribuer substantiellement au choix des thèmes les plus importants pour les praticiens et aux tests préliminaires avant l'adoption des résultats. Dans cet esprit, l'auteur de l'article a réalisé de 1981 à 1990 des expérimentations en majeure partie du type "recherche-développement" sur la production fourragère et pastorale à l'UREO Had Soualem de la SNDE, située environ à mi-chemin entre Azemmour et Casablanca. L'éventail des activités expérimentales couvre de nombreux aspects de la production fourragère; à savoir: la vocation culturale des sols, l'amélioration de la végétation spontanée, le choix des espèces et variétés pour

les parcours, les prairies et les cultures fourragères, les techniques culturales de l'installation, la fertilisation, l'entretien et l'exploitation, l'écologie des prairies à *Medicago spp.* annuelles et l'intégration des différentes ressources fourragères dans un système d'affouragement (tableau 1).

Tableau 1: Thèmes expérimentaux du Programme Fourrages à l'UREO Had Soualem.

Thèmes	81 /82	82 /83	83 /84	84 /85	85 /86	86 /87	87 /88	88 /89	89 /90	90 /91
Sélection variétale				2		1			1	1
Comparaison espèces et variétés	2	3	1		3	3	3	4	2	1
Fertilisation	1	2	1		1	2	2	2		
Contrôle des mauvaises herbes		1	1	2	1	3	1	2	1	1
Amélioration de la jachère	1	1	1	1	1					
Techniques d'installation		1	2	1		2		1	2	
Autres techniques culturales				1	2	1	1			
Etudes agro-écologiques								1	3	2
Valeur fourragère				1						
Application au niveau de l'exploitation		3	4	3	5	4	2	2	3	1
Total	4	11	10	11	13	16	9	12	12	6

La coopération avec la SNDE à l'UREO Had Soualem en matière de la production fourragère a été particulièrement fructueuse car elle a associé un partenaire spécialisé en élevage ovin au Maroc avec l'INRA susceptible de fournir une contribution essentielle en matière de production végétale.

La présente publication est un résumé de l'ensemble des résultats expérimentaux obtenus durant la période expérimentale indiquée dans le cadre du projet INRA/GTZ "Culture des Plantes Fourragères". Ces résultats ont été présentés en détail dans les rapports annuels du Programme Fourrages de 1982 à 1991. A cette fin et pour être concis, nous ne reviendrons pas ici sur les détails d'exécution des essais, ni sur le schéma habituel 'matériel et méthodes, résultats, discussion', mais nous limiterons les indications méthodiques au minimum nécessaire à la compréhension du texte. Les résultats déjà publiés, par exemple sur l'écologie des prairies à *Medicago spp.* annuelles et leur conduite en pratique (Jaritz 1990, Jaritz et Benbrahim 1992) ne seront esquissés que très brièvement.

CONDITIONS EDAPHO-CLIMATIQUES ET OCCUPATION DU SOL

L'UREO Had Soualem se situe dans la plaine atlantique à environ 35 km au sud-ouest de Casablanca et environ 5 km de la côté. Elle couvre une superficie de 1.314 ha, dont 75 % arables, 19 % de parcours non arables et 6 % de pistes, bâtiments et terrains autour des fermes. L'UREO regroupe 5 fermes ex-colons (figure 1).

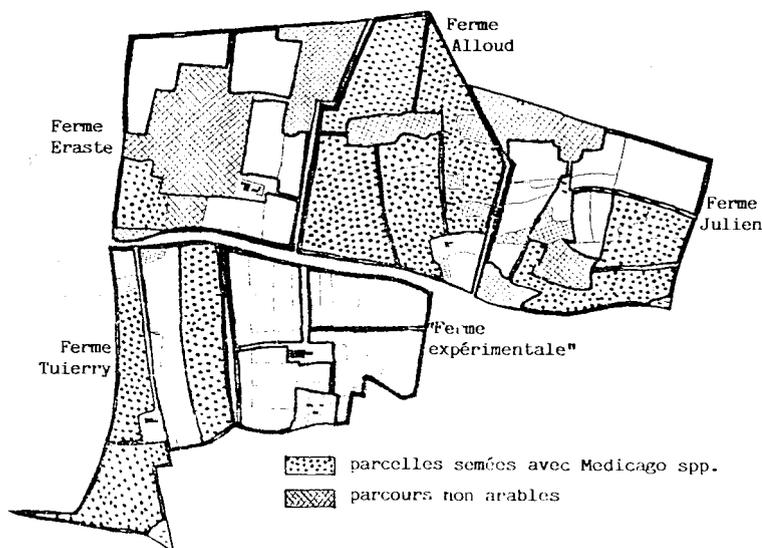


Fig. 1: Plan parcellaire de l'UREO Had Soualem.

Climat et conditions météorologiques

Durant la période expérimentale, la pluviométrie a été mesurée à Had Soualem (tableau 2), tandis que les températures sont basées sur la moyenne arithmétique des données des stations de référence voisines Casablanca Anfa et El Jadida. Sous l'influence de l'Atlantique, le climat de Had Soualem se distingue par des températures hivernales clémentes et des températures estivales relativement basses, d'où une faible amplitude des températures mensuelles moyennes ($10,7^{\circ}$ C pour la période expérimentale). La pluviométrie annuelle moyenne enregistrée au cours de cette période

expérimentale a été de 333 mm avec des extrêmes de 238 et 419 mm (tableau 2). Le bioclimat de Had Soualem selon Emberger peut être qualifié de méditerranéen semi-aride supérieur à hiver chaud ($Q = 64,0$; $M = 23,0^\circ$; $m = 7,8^\circ$). Selon le diagramme ombrothermique de Gaussen, la durée de la période de végétation à Had Soualem est d'environ 5,5 mois.

Par rapport aux observations faites sur longue durée dans les dites stations de référence (31 années pour la température, 24 années pour la pluviométrie), la période d'expérimentation se singularise par:

- une réduction de la pluviométrie annuelle de 10 %, nonobstant une augmentation de la pluviométrie mensuelle en novembre et février,
- un retard des premières pluies automnales, se traduisant par un raccourcissement de la période de végétation d'environ 0,5 mois, et
- une baisse de la température annuelle des maxima moyens de $1,0^\circ$ et une augmentation de la température des minima moyens de $1,7^\circ$.

Tableau 2: Pluviométrie (mm) à Had Soualem entre 1981/82 et 1990/91.

Mois	1981 /82	1982 /83	1983 /84	1984 /85	1985 /86	1986 /87	1987 /88	1988 /89	1989 /90	1990 /91	Moy.
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oct.	4	7	0	6	0	0	58	24	21	16	14
Nov.	0	51	50	189	41	48	82	85	84	51	68
Déc.	39	26	60	36	46	16	88	2	85	117	52
Jan.	82	2	33	82	47	55	76	60	58	3	50
Févr.	45	92	20	40	119	66	59	36	0	106	58
Mars	67	34	56	5	50	22	26	49	36	90	43
Avril	50	26	27	19	36	22	17	58	44	11	31
Mai	0	0	125	2	0	0	11	0	5	0	14
Juin	0	0	0	0	10	0	2	0	3	4	2
Juil.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	2
Année	287	238	371	379	349	245	419	312	335	398	333

Bien que la proximité de la mer atténue le déficit hydrique grâce à l'humidité atmosphérique élevée, la rosée et la fréquence des brouillards, l'eau est de loin le facteur le plus important pour la réussite des cultures à Had Soualem. En effet, la variabilité élevée des quantités de pluie et leur répartition irrégulière, aggravée par la faible capacité de rétention des sols sableux, font que les cultures en bour sont exposées à un risque climatique important, malgré la douceur des températures. Par rapport aux conditions moyennes, les anomalies suivantes sont particulièrement significatives:

- Retard des premières pluies automnales, d'où un raccourcissement de la période de croissance et un contrôle mécanique insuffisant des mauvaises herbes lors du semis. De tels retards ont été observés pendant 3 années sur 10 durant la période d'essais.
- Apparition de longues phases sèches au cours de la période de végétation, qui exercent un stress sur les cultures et diminuent le rendement, particulièrement entre mi-février à mi-avril. Ce phénomène a été observé au cours de 6 années sur 10.
- Chutes de pluies hors saison, qui diminuent la valeur des pâturages secs, favorisent certaines mauvaises herbes et causent des pertes de semences de *Medicago spp.* annuelles. Ces pluies ont été observées pendant 3 années sur 10.

Les anomalies thermiques sont sans importance pratique pour l'agriculture à Had Soualem, ceci grâce au régime thermique clément qui domine sur le littoral atlantique.

Caractéristiques édaphiques et vocation culturale des sols

La topographie de la région de Had Soualem est faiblement ondulée, structurée par de larges formes d'affaissement allant du NE au SO, remplies de dépôts de sables éoliens plus ou moins profonds. L'altitude oscille autour de 50 m.

Selon l'étude Romania-Romagrimex (1972), on distingue un plateau primaire formé de schistes et de quartzites, qui supporte des grès calcaires. Ces grès sont en général recouverts de tufs calcaires, au-dessus desquels on rencontre soit un encroûtement calcaire, soit des dalles calcaires. A leur surface s'est déposée une couche de sable rouilleux et sans carbonates. A la suite des travaux agricoles, le calcaire de l'encroûtement ou des dalles est partiellement amené à la surface, contribuant ainsi à la carbonatation secondaire du sol.

Les sols de l'UREO Had Soualem sont généralement sableux, mais on note des différences agronomiques importantes, notamment en ce qui concerne la teneur en argile et limon. Pour la pratique agricole, on peut distinguer schématiquement trois principaux groupes:

- a) Sols de profondeur faible et moyenne, alcalins (73 % de l'UREO),

- b) Sols profonds, très sensibles à la déflation, faiblement acides (8 % de l'UREO),
- c) Sols très superficiels de parcours, non arables (19 % de l'UREO).

Les restrictions agronomiques les plus importantes de ces sols sont la faible capacité de rétention, la perméabilité élevée, la teneur en pierres souvent élevée et, particulièrement chez les sols du groupe b), la sensibilité à l'érosion éolienne.

A l'occasion d'une étude de reconnaissance faite sur 227 ha arables de l'UREO, des variations considérables des caractéristiques édaphiques ont été observées entre 7 parcelles du groupe a, et qui sont principalement liées à la différence d'intensification de la culture (Jaritz 1990):

pH _{KCl}	7,1 - 7,3
CaCO ₃ (%)	0,8 - 4,8
K ₂ O ass. (ppm)	107 - 206
P ₂ O ₅ ass. (ppm)	16 - 39
C (%)	0,92 - 1,67

En effet, les différences des teneurs en K₂O et P₂O₅ assimilables reflètent une pratique différente de la fertilisation. Les parcelles fréquemment mises en culture se distinguent des parcelles peu cultivées par des teneurs en K₂O et P₂O₅ assimilables plus élevées et des teneurs en MO plus basses.

En l'absence d'eau d'irrigation, qui permettrait des cultures intensives maraîchères, fruitières et autres, l'agriculture en bour peut être néanmoins diversifiée, en combinant des cultures à grains et des cultures fourragères, convenant aux exploitations d'élevage.

La vocation culturale des différents sols de Had Soualem, résumée dans le tableau 3, est le résultat de l'expérience acquise à l'UREO. Seules les cultures d'hiver ont été retenues. Le maïs ne figure pas parmi les cultures recommandées, bien qu'il soit largement cultivé en bour dans la région et qu'il représente un certain intérêt pour l'UREO (voir chap. Cultures fourragères à fauche). Cependant, vu le risque climatique élevé, cette culture n'a pas été retenue.

Les meilleurs sols, soit ceux de profondeur moyenne et à teneur en argile supérieure à la moyenne, permettent la culture du blé et une plus grande diversification. Les sols superficiels et les sols sableux profonds ont des limitations agronomiques plus importantes et par conséquent un potentiel de rende-

ment et de diversification réduit. Les plus mauvaises parcelles peuvent servir avantagement de prairies permanentes. Les terres sur lesquelles affleure la dalle calcaire, sont des terrains de parcours non arables, qui offrent cependant des possibilités d'amélioration pastorale non négligeables (voir chap. Amélioration des sites non arables).

Tableau 3: **Vocation culturelle des sols à Had Soualem.**

Type de sol		Vocation culturelle
Sols sableux de profondeur moyenne et superficielle	qualité bonne	a) Assolement triennal, type blé - triticales ou cultures d'ensilage - vesce pâture b) Assolement biennal, type blé ou triticales - Medicago spp. annuelles
	qualité médiocre	a) Assolement triennal ou quadriennal avec cultures (triticales grains, cultures d'ensilage) en rotation avec plusieurs années de Medicago spp. annuelles, type C-M-M ou C-M-M-M b) Prairies permanentes
Sols sableux profonds		a) Assolement triennal, type triticales-lupin-cultures d'ensilage b) Prairies permanentes
Sols superficiels non arables		Parcours ou parcours améliorés

Occupation du sol

L'occupation du sol a évolué durant la période d'expérimentation vers la vocation culturelle indiquée (tableau 3), bien qu'il y eut des fluctuations et même des rétrogradations dues à divers facteurs, y compris des facteurs non techniques. Parmi ceux-ci figurent la restructuration de l'UREO en 1985, à la suite de laquelle la superficie totale a diminué et particulièrement celle des terres non arables, l'expérimentation des systèmes intensifs dans le cadre du projet "Viande Rouge" et surtout le changement de la direction de la SNDE en 1990. Ce dernier changement a entraîné une augmentation de la surface des cultures à grains de plus du double et une diminution de la surface des prairies presque de moitié sans réduction simultanée de la charge globale.

Parmi les changements de l'occupation du sol qui reflètent un processus de mises au point techniques, nous citons notamment:

- l'introduction du triticales autant comme céréale que culture d'ensilage en association avec le pois ou la vesce, remplaçant plus ou moins l'orge qui est très sensible aux maladies,
- l'introduction du lupin comme culture protéinique, permettant de satisfaire les besoins alimentaires de l'UREO largement autonome,
- la régression des céréales pâturées qui produisent des UF relativement trop chères,
- l'abandon des cultures à risques ou difficiles à gérer, par exemple le maïs, les prairies graminéennes et les prairies à *Ornithopus spp.* et
- l'introduction des prairies à *Medicago spp.* annuelles et du ley farming avec un total de 495 ha semés durant la période d'expérimentation.

Tableau 4: Evolution de l'occupation du sol (ha) à l'UREO Had Soualem durant la période expérimentale (rapports annuels SNDE).

Type de culture	1981 /82	1982 /83	1983 /84	1984 /85	1985 /86	1986 /87	1987 /88	1988 /89	1989 /90	1990 /91
Céréales pâture et verdure ¹⁾	68	5	130	90	28	30	25	10	5	60
Cultures d'ensilage ²⁾	62	72	91	70	84	90	79	97	85	98
Blé	25	80	80	50	38	50	50	43	60	170
Triticale	20	56			68	16	45	80	75	110
Orge	15	15	30	30	40	26	43		5	26
Seigle							3			
Avoine										
Lupin						10	39	40	2	22
Prairies ³⁾ à Medicago spp. an.	17	17	30+17	35+27	105+82	140+187	137+319	0+349	0+388	40
Prairies à Ornithopus	7	7	10							31+186 ⁴⁾
Prairies à Ehrharta calycina			7	10+ 7	8+17	16+25	8+30	20	10	10
Autres prairies graminéennes			16	30+15	10+30	5				
Jachères			449	496	479	394	211	350	313	236
Parcours non arables	640	640	640	640	239	232	232	232	232	232
Arbustes fourragers					5	7+5	12	12	12	12
Total	1500	1500	1500	1500	1233	1233	1233	1233	1233	1233

1) orge et seigle

2) vesce-avoine, pois-triticale, pois-orge, céréales pures

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

4) dont 104 ha renforcés par remis additionnel

AMELIORATION DE LA VEGETATION SPONTANEE

La végétation spontanée comporte de nombreuses espèces de graminées, de légumineuses et d'autres familles de haute valeur pastorale; cependant, leur proportion dans les pâturages (jachères et parcours non arables) est généralement faible. Nous avons donc étudié les possibilités d'augmenter la part des espèces désirables par différentes techniques culturales afin d'améliorer la productivité de ces pâturages.

Amélioration de la jachère

L'amélioration des jachères pâturées qui dominaient sur les terres arables au début de la période expérimentale à Had Soualem, a été abordée par trois voies différentes:

- favoriser la part des légumineuses par fertilisation phosphoro-potassique,
- favoriser la part des graminées par fertilisation phosphoro-azotée et désherbage chimique des dicotylédones,
- remplacer les jachères par des prairies semées, notamment des prairies à base de *Medicago spp.* annuelles (voir chap. Agro-écologie des prairies à *Medicago spp.* annuelles et Applications au niveau de l'exploitation).

Fertilisation phosphoro-potassique de la jachère

Dans un essai réalisé au cours de la campagne 1981/82, en vue de comparer la végétation de la jachère non fertilisée, la jachère fertilisée et la jachère remplacée par le semis d'une prairie à base de *Medicago spp.* annuelles et *Ehrharta calycina*, les rendements moyens (t MS/ha) étaient respectivement de 2,58; 2,40 et 3,72. La fertilisation phosphoro-potassique n'a amélioré ni le rendement, ni la composition botanique de la jachère (tableau 5). Celle-ci a été dominée par *Emex spinosa*, qu'il n'est guère possible de contrôler en l'absence d'une légumineuse en proportion importante (tableau 5). Etant donné la dominance d'*Emex spinosa* dans la plupart des jachères et la difficulté de la maîtriser dans de telles circonstances, il a été conclu que cette méthode d'amélioration de la jachère est sans espoir dans les conditions de Had Soualem.

Tableau 5: Composition botanique en proportion (%) des contacts d'espèces totaux d'aiguilles verticales le long de transects (fin avril 1982).

Espèces	Jachère	Jachère fertilisée (PK)	Prairie à Medicago* fertilisée(PK)
<i>Lolium rigidum</i>	17,6	29,0	22,4
<i>Cynodon dactylon</i>	1,3	1,1	2,0
<i>Bromus rigidus</i>	1,1	1,1	0,8
<i>Ehrharta calycina</i>	-	0,2	15,6
<i>Vicia sativa</i>	5,3	1,4	1,8
" <i>lutea</i>	0,8	1,3	0,5
<i>Ornithopus compressus</i>	0,2	-	0,3
<i>Medicago littoralis</i> +			
" <i>tornata</i>	-	-	11,7
<i>Emex spinosa</i>	68,2	58,4	43,6
<i>Ormenis mixta</i>	1,6	3,5	0,3
<i>Spergularia bocconeii</i>	1,9	1,9	-
<i>Reseda alba</i>	0,5	0,2	-
<i>Rumex bucephalophorus</i>	0,2	0,8	0,2
<i>Anagallis arvensis</i>	0,3	-	0,3
<i>Polycarpon tetraphyllum</i>	0,5	-	-
<i>Raphanus raphanistrum</i>	-	0,3	-
Autres herbes	0,5	0,8	0,5

* Semis d'un mélange de 12,5 kg/ha de *Medicago littoralis* et *M. tornata* et de 12,5 kg/ha de *Ehrharta calycina*

Fertilisation phosphoro-azotée et désherbage chimique des herbes dicotylédones

Vu la composition défavorable de la végétation des jachères pour le développement de peuplements dominants en légumineuses, on a tenté d'établir des peuplements dominants en graminées, en associant au désherbage chimique antidicotylédone une fertilisation azotée et le cas échéant un travail superficiel du sol.

Les résultats des deux essais conduits durant les campagnes 1984/85 et 1985/86, sont sommairement résumés dans les tableaux 6 et 7. Il en ressort que:

- La possibilité de transformer les jachères en peuplements graminéens et augmenter leur rendement par fertilisation azotée et désherbage antidicotylédone a été confirmée;

- le niveau d'azote économiquement applicable se situe autour de 80 kg N/ha en années à pluviométrie proche de la moyenne;
- bien que la composition botanique évolue vers une dominance graminéenne aussi bien par fertilisation azotée que par désherbage (MCPA 1,2 et 2,4 l/ha, Printazol 1 et 2 l/ha), il est nécessaire de combiner les deux traitements parce que, utilisés seuls, ni la fertilisation azotée ni le désherbage n'aboutissent à des résultats concluants;
- *Emex spinosa* a été nettement réduite par le désherbage chimique sans différences nettes entre les traitements, tout en restant néanmoins l'herbe de loin la plus importante;
- L'ampleur de la réduction d'*Emex spinosa* dépend moins de la dose de fertilisation azotée et d'herbicide employée que de la présence de graminées spontanées en nombre suffisant, qui était dans nos essais faible par rapport à d'autres sites (Bätke 1992); toutefois, un herbicide plus efficace contre *Emex*, GRANSTAR (tribenuronméthyl), est disponible devenu entre-temps.

Tableau 6: Effet de la fertilisation et du désherbage chimique sur le rendement de la végétation spontanée graminéenne de la jachère (moyenne de deux campagnes, t MS/ha).

Traitements	Fertilisation azotée (kg N/ha)			
	0	70	90	110
Témoin	2,61	4,92	5,71	5,37
Désherbage chimique	0,96	4,04	4,79	5,31
Moyenne fertilisation	1,29 c	4,22 b	4,97 ab	5,34 a

Tableau 7: Effet de la fertilisation et du désherbage antidicotylédone sur la composition botanique de la jachère (moyenne de deux campagnes, % de la MV estimé).

Fertilisation azotée (kg N/ha)	Témoin			Désherbage chimique		
	Gramin.	Légum.	Herbes	Gramin.	Légum.	Herbes
0	19	22	59	55	3	42
70	38	2	60	72	1	27
90	33	4	63	72	1	27
110	45	3	52	74	1	26

Une discussion plus détaillée de ces résultats a été faite par Bätke (1992) dans un article de synthèse, traitant tous les essais du Programme Fourrages à ce sujet.

En conclusion, on peut constater que les chances d'application de cette technique restent malgré tout restreintes à Had Soualem, car le timing de la fertilisation azotée est difficilement maîtrisable notamment en année sèche, et les parcelles riches en graminées de valeur, surtout en *Lolium rigidum*, sont celles après céréales à grains, qui s'intègrent mal dans les assolements céréaliers (transmission de maladies, infestation supplémentaire par *Bromus rigidus* difficile à contrôler).

Il existe néanmoins un intérêt limité à disposer de quelques jachères graminéennes hors assolement, servant de pâturages très précoces grâce à leur dominance en *Bromus rigidus*.

Amélioration des sites non arables

Les sites non arables aux sols très superficiels et par endroits dunaires en voie de fixation, représentent environ 19 % de la superficie de l'UREO Had Soualem. Leur couvert végétal est un matorral clair avec les arbustes *Asparagus horridus*, *A. albus*, *Chamaecytisus albidus*, *Chamaerops humilis* et autres (tableau 8). Le tapis herbacé entre ces arbustes comporte de nombreuses espèces, dont *Asphodelus microcarpus* fournit la plus grande proportion. Ces parcours servent habituellement au pâturage libre ainsi qu'au ramassage de bois de combustion et de plantes consommables par l'homme. Cette utilisation provoque la dégradation de la végétation et une baisse de sa productivité qui peuvent être évitées par différentes mesures d'amélioration.

Mise en défens

La méthode d'amélioration de la végétation la plus simple est la mise en défens du pâturage pendant les périodes critiques ou pour une longue durée, ce qui permettrait son rétablissement, suivie par des phases d'utilisation durant les périodes moins sensibles.

L'effet de la mise en défens a été étudié en terme de composition floristique de peuplements clôturés et non clôturés. Fin mars 1990, des relevés phytosociologiques ont été établis à l'aide de transects de 50 m sur la ferme Julien (tableau 8). La clôture a été mise en place 4 années auparavant. La par-

celle clôturée a été pâturée en décembre/janvier et de mi-avril à juillet, tandis que la partie non clôturée a été pâturée sans interruption.

Tableau 8: Composition botanique du matorral de Had Soualem en proportion des contacts d'espèces totaux d'aiguilles verticales le long de transects.

Espèces	clôturée			non clôturée		
	prof.	Sol moy.	sup.	prof.	Sol moy.	sup.
Sol nu	9,5	5,6	6,8	4,8	11,8	10,6
Arbustes						
Asparagus horridus	0,8	4,8	2,0	0,4	4,3	3,3
Cytisus molle	.	1,2	2,8	(+)	(+)	.
Cistus salvifolius	.	0,4	1,2	.	.	.
Daphne gnidium	(+)	0,8	.	(+)	(+)	(+)
Chamaerops humilis	.	(+)	1,2	(+)	(+)	(+)
Asparagus albidus	.	.	0,4	(+)	.	0,4
Graminées						
Vulpia myuros	28,2	13,8	2,8	32,8	31,6	12,7
Brachypodium distachyum	7,1	8,6	15,1	1,2	14,9	13,4
Cynodon dactylon	15,5	0,8	.	1,2	.	.
Gaudinia fragilis	0,4	1,6	0,4	1,6	0,8	3,7
Bromus rigidus	0,4	.	.	1,6	1,6	(+)
Anthoxantum odoratum	.	2,4	(+)	.	0,8	(+)
Lolium rigidum	0,4	0,4	0,4	0,4	.	.
Briza maxima	.	1,2	.	.	(+)	.
Légumineuses						
Medicago littoralis	9,9	.	2,0	1,6	(+)	1,6
Ornithopus isthmocarpus	1,9	4,0	.	1,2	.	.
Scorpiurus sulcatus	.	0,4	1,6	.	.	1,2
Coronilla scorpioides	.	2,8	(+)	.	(+)	(+)
Ornithopus compressus	0,8	0,4	0,4	.	0,4	.
Medicago tornata	0,4	.	.	0,8	(+)	0,4
Trifolium campestre	.	0,4	0,4	(+)	0,4	0,4
Trifolium arvense	.	0,4	.	.	.	0,8
Trifolium scabrum	.	.	.	.	0,4	0,8
Lotus creticus	(+)	.	1,2	.	.	.
Autres légumineuses	(+)	0,8	.	(+)	0,4	.
Herbes						
Asphodelus microcarpus	(+)	15,1	15,1	40,4	18,0	24,8
Erodium laciniatum	14,3	2,4	7,2	.	1,6	2,0
Crepis pulchra	1,2	7,7	0,4	4,0	3,1	4,1
Iris sisyrinchium	.	3,6	1,2	0,4	3,5	4,5
Convolvulus althaeoides	.	4,0	7,2	.	1,2	(+)
Ormenis mixta	1,6	0,8	0,8	0,4	0,4	4,5
Fagonia cretica	.	2,4	4,4	.	0,4	1,2
Helianthemum aegyptiacum	.	4,4	1,6	.	(+)	2,0

Tableau 8 suite:

Espèces	clôturée			non clôturée		
	prof.	Sol moy.	sup.	prof.	Sol moy.	sup.
<i>Allium pallens</i>	.	0,4	4,8	.	.	0,4
<i>Crepis vesicaria</i>	4,0	.	0,4	0,4	(+)	.
<i>Diploaxis catholica</i>	.	0,8	3,2	(+)	.	0,4
<i>Tolpis barbata</i>	.	.	(+)	2,8	0,4	0,8
<i>Hypochoeris achyphorus</i>	.	.	2,0	0,4	.	.
<i>Biscutella didyma</i>	.	0,8	(+)	.	0,4	0,4
<i>Daucus muricatus</i>	.	0,4	.	.	0,4	0,8
<i>Onopordon dissectum</i>	1,2	.	.	0,4	.	(+)
<i>Leucojum autumnale</i>	.	0,4	1,2	.	.	.
<i>Carduus pycnocephalus</i>	0,4	.	.	1,2	(+)	(+)
<i>Leucojum trichophyllum</i>	.	.	1,6	.	.	.
<i>Paronychia argentea</i>	0,4	(+)	0,4	(+)	.	0,4
<i>Narcissus tazetta</i>	.	0,4	0,4	.	0,4	.
<i>Raphanus raphanistrum</i>	(+)	0,8	.	.	(+)	0,4
<i>Hedypnois cretica</i>	.	1,2	.	.	.	.
<i>Anagallis arvensis</i>	0,4	.	(+)	0,4	.	(+)
<i>Cerinte majus</i>	.	0,4	0,4	.	(+)	(+)
<i>Veronica arvensis</i>	.	0,4	.	.	.	0,4
<i>Anagallis moenelli</i>	.	(+)	0,8	.	.	(+)
<i>Dipcadi serotinum</i>	.	.	0,8	.	(+)	.
Autres herbes	1,2	0,8	3,6	0,4	(+)	0,8

(+) signifie: espèces non touchées mais présentes à côté

Autres espèces avec < 0,8 % par relevé: *Briza minor*, *Scorpiurus vermiculatus*, *Trifolium cherleri*, *T. angustifolium*, *Lotus edulis*, *Lupinus micranthus*, *Anthyllis vulneraria*, *Emex spinosa*, *Allium pallens*, *Iris tingitana*, *Calendula arvensis*, *Sonchus oleraceus*, *Scolymus hispanicus*, *Linum usitatissimum*, *Euphorbia sp.*, *Echium plantagineum*, *Viola arborescens*, *Gladiolus italicus*, *Lavatera maritima*, *Muscari comosum*, *Echium italicum*, *Onopordon eriophorum*, *Plantago lagopus*, *Silene sp.*, *Fumaria capreolata*.

La mise en défens a augmenté la proportion des légumineuses (9,2 vs. 3,5 %) et des arbustes (5,2 vs. 2,8 %), par contre une influence sur la proportion herbacée et du sol nu n'a pas été observée. La végétation sur sol sableux profond se caractérise par une faible proportion d'arbustes mais une proportion élevée de graminées par rapport aux sols peu profonds, tandis qu'une relation entre la profondeur du sol et la proportion d'herbes, de légumineuses et de sol nu n'a pas été constatée.

En raison du nombre restreint de relevés, un commentaire sur le comportement des espèces particulières doit se limiter à quelques observations

sur les espèces à proportion élevée. Comme prévu, la proportion des espèces à palatabilité élevée a augmenté suite à la mise en défens par rapport au pâturage permanent, par exemple:

<i>Cytisus mollis</i>	(1,3 vs. (+) %)
<i>Medicago littoralis</i>	(4,0 vs. 1,1 %)
<i>Erodium laciniatum</i>	(8,0 vs. 1,2 %)

A cela correspond une diminution des espèces de moindre palatabilité voire des espèces refusées sous pâturage permanent, telles que:

<i>Asphodelus microcarpus</i>	(10,1 vs. 27,7 %)
<i>Vulpia myuros</i>	(14,9 vs. 25,7 %)
<i>Iris spp.</i>	(1,7 vs. 2,8 %)

Dans l'ensemble, il est évident que la mise en défens a nettement amélioré la végétation pastorale à Had Soualem. Elle constitue donc un instrument valable pour mieux valoriser ces sites, susceptibles de compléter convenablement le calendrier fourrager. Pour y arriver, la clôture est indispensable. Dans la pratique, l'acceptation des clôtures par le voisinage ainsi que leur entretien n'étaient toutefois pas garantis.

Emploi des herbicides

Une autre mesure d'amélioration de la végétation spontanée est l'application d'herbicides, afin de diminuer la part des espèces non désirables et d'augmenter ainsi la part des espèces recherchées. Dans ce sens, un essai orientatif a été exécuté durant la campagne 1983/84 pour étudier la possibilité de contrôler les arbustes *Asparagus horridus*, *A. albus*, *Chamaerops humilis* et *Daphne gnidium* ainsi que l'herbe vivace *Asphodelus microcarpus* par les traitements (par pied) suivants:

Nom commercial	Matière active	Concentr. produit commercial (%)
1) Ustinex PA	diuron + aminotriazole	1,25
2) Spica 100 T	piclorame + 2,4 D + tebuthiuron	0,80
3) Velpar S	hexazinone	0,25
4) U 46 Spécial en gâsoil	2,4 D + 2,4,5 T	2,0
5) U 46 Spécial + adhésif	2,4 D + 2,4,5 T	2,0
6) Velpar 4 K	diuron + hexazinone	1,88
7) Amitrol+Adhésif	aminotriazole	1,5
8) Karmex + U 46 Spécial	diuron + 2,4 D + 2,4,5 T	1,75
9) Roundup	glyphosate	0,75

Parmi les traitements testés, seuls Amitrol (7) et Ustinex PA (1) ont produit un effet durable sur *Asparagus horridus*, *A. albus* et *Daphne gnidium* ainsi que sur *Asphodelus microcarpus*, en augmentant simultanément la part de la meilleure graminée vivace *Dactylis glomerata ssp. hispanica*. Tous les autres traitements étaient soit moins efficaces, soit efficaces mais nocifs pour *Dactylis*. *Chamaerops humilis* n'a été affecté par aucun des traitements. Le résultat prometteur du traitement 1) a été confirmé par la pulvérisation d'environ 0,5 ha en hiver 1985. Ce désherbage a favorisé *Dactylis* au point de pouvoir récolter environ 50 kg de semences de cette population à des fins expérimentales.

On considère que le traitement par Amitrol ou Ustinex PA ou Amitrol + 2,4 D est approprié pour améliorer la composition botanique de cette végétation. Particulièrement intéressante est la possibilité de contrôler *Asphodelus microcarpus* tout en stimulant *Dactylis glomerata*. De même, le contrôle des arbustes non désirables pourrait dans les conditions présentes être effectué manuellement à peu de frais si l'on autorisait le ramassage du bois.

Semis aérien

Le semis aérien sur sols non arables est une méthode d'amélioration de la végétation spontanée qui mérite d'être testée. Ceci a été entrepris dans une étude expérimentale détaillée, focalisée sur l'emploi de semences enrobées par Bätke (1987 et 1990). Dans le cadre de cette étude, Had Soualem a servi de site expérimental durant la campagne 1985/86. La réussite des semis aériens dépend surtout des conditions météorologiques, du contrôle de la végétation spontanée et de la protection des semences contre des pertes dues aux fourmis. L'enrobage des semences, leur enfouissement dans le sol par piétinement et la quantité de mulch présente influent également sur la réussite. Bätke (1987) a fait les constatations suivantes à Had Soualem:

- L'enrobage augmente le taux d'installation par rapport aux semences nues chez *Medicago littoralis* (22,1 % vs. 7,9 %) et *Lolium rigidum* (16,3 % vs. 7,3 %).
- Des comprimés (environ 10 x 2 mm), composés de plusieurs semences et de matériel d'enrobage, permettent de meilleurs résultats qu'avec des semences enrobées individuellement.
- Les importantes pertes de semences dues aux fourmis peuvent être réduites par traitement des semences respectivement addition au matériel d'enrobage de l'insecticide Indelac (Chlorpyrifos et Dichlorvos). Le piétinement des

semences par un troupeau de moutons immédiatement après le semis agit dans le même sens.

- Une couverture de mulch de la végétation spontanée tuée par herbicide total, peut améliorer l'installation.

Malgré ces possibilités d'optimisation, les résultats des semis aériens étaient négatifs quant à l'installation persistante des espèces semées avec production de semences en quantité suffisante (Bätke, 1987). Les obstacles majeurs étaient la nécessité de semer tardivement, afin de pouvoir détruire les adventices et, malgré l'emploi d'herbicides, la végétation spontanée est restée très concurrente.

Sur la base des résultats obtenus par Bätke (1987), un essai supplémentaire a été effectué durant la campagne 1986/87. L'objet de cet essai était la comparaison en épandage aérien, après destruction chimique de la végétation spontanée par Roundup, entre semences nues (témoin), graines enrobées et en comprimés de *Ehrharta calycina*, *Lolium rigidum* et d'un mélange de *Medicago littoralis* et *Medicago truncatula*. Deux mois après le semis, l'installation (% de la valeur théorique), des semences nues, enrobées et en comprimés était respectivement chez *Ehrharta* de 0,5; 0,8 et 1,5, chez *Lolium* de 4,2; 1,4 et 1,5 et chez *Medicago* de 2,3; 14,8 et 4,5. Par conséquent, la technique des comprimés n'est pas supérieure aux autres. Chez *Lolium*, les semences nues ont présenté la meilleure installation. Dans l'ensemble, ces résultats ne sont pas prometteurs. En effet, même le meilleur traitement ne permet guère d'installer plus de plantes d'une espèce qu'il n'en existe déjà spontanément. Vu les frais considérables qu'implique cette technique et l'obligation de semer tardivement, ce qui réduit par conséquent les chances de produire des semences en quantité suffisante, il a été conclu que le semis aérien ne convient pas à l'amélioration des parcours à Had Soualem.

Plantation d'arbustes fourragers

La plantation et l'exploitation d'arbustes fourragers est une autre possibilité d'augmenter la production des sites non arables. Les arbustes ont souvent la particularité de fournir du fourrage hors saison et peuvent donc avantageusement compléter le calendrier alimentaire. Pour étudier ce potentiel, des essais de comportement, de technique culturale et de production de biomasse ont été exécutés de 1985/86 jusqu'à 1989/90. Durant les campagnes 1986/87 et 1987/88, ces essais ont été menés sous la responsabilité de Mill (1987, 1988). Parallèlement, l'UREO a réalisé des plantations d'arbustes sur 12 ha (tableau 4).

Essais d'adaptation

Trois essais d'adaptation ont été conduits. Dans l'ensemble, 42 origines 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>	(3)	" <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>	(2)		
" <i>rhagodoides</i>	(1)		
" <i>semibaccata</i>	(1)		
" <i>undulata</i>	(1)		

* nombre d'origines testées

Le but de ces essais était d'identifier des espèces et des variétés adaptées autres que *Atriplex nummularia* et *Acacia cyanophylla* déjà introduites. Les résultats obtenus peuvent être résumés comme suit:

- Les taux de croissance et de survie d'*Atriplex nummularia* et d'*Acacia cyanophylla* ont confirmé l'adaptation de ces deux espèces.
- Les espèces autochtones *Atriplex halimus* et *Cytisus mollis* sont également très performantes. Cette dernière fait partie de la végétation spontanée de Had Soualem (tableau 8). L'adaptation de ces deux espèces est évidente et leur introduction pourrait enrichir les plantations d'arbustes fourragers.
- *Atriplex paludosa*, *Rhagodia spp.* et *Cytisus prolifer* semblaient prometteurs au début. Cependant, leur persistance était déjà en 3ème année < 50 %, donc trop faible pour être une alternative attractive.

- Toutes les autres espèces introduites n'ont pas montré de performances particulières justifiant des efforts expérimentaux supplémentaires dans les conditions de Had Soualem.

Aspects des techniques culturales d'arbustes fourragers

En vue de mieux réussir les plantations, Mill (1987, 1988) a étudié l'effet du désherbage et de la fertilisation sur la croissance d'*Atriplex spp.* au cours de l'année d'installation. Dans un essai de désherbage monofactoriel effectué en 1986/87, il a traité autour des plants (*Atriplex nummularia*) une surface de 0 - 0,5 - 1,0 et 1,5 m avec une solution de Roundup (1 %), le volume (l) des arbustes (calculé selon la formule $r^2\pi \cdot h$) s'élevait 12 mois après la plantation à respectivement 51 - 100 - 118 et 141 l pour les 4 traitements, révélant clairement l'intérêt du désherbage. Un essai supplémentaire de désherbage mécanique a donné des résultats analogues. Dans un autre essai monofactoriel réalisé avec *A. nummularia*, durant la même campagne, l'effet de la fertilisation (engrais N-P₂O₅-K₂O: 14-28-14, g/plant) au moment de la plantation a été examiné. Avec 0; 50; 100 et 200 g engrais/plant, le volume de l'arbuste mesuré 12 mois après la plantation était respectivement de 111; 190; 283 et 246 l pour les 4 traitements, indiquant un effet positif de la fertilisation.

Pour mieux individualiser l'effet de chacun de ces deux facteurs, un essai bifactoriel avec *A. lentiformis* a été mis en place dans la campagne 1987/88. Les résultats confirment l'effet du désherbage chimique tandis que l'effet de la fertilisation sur le volume de l'arbuste n'a pas pu être prouvé (tableau 9).

Tableau 9: Influence de la fertilisation et du désherbage sur la croissance de l'arbuste *A. lentiformis* exprimée en volume (l) selon la formule $r^2\pi \cdot h$ environ 4 mois après la plantation.

g d' engrais 14 N - 28 P ₂ O ₅ - 14K ₂ O	avec désherbage*	sans désherbage	Moyenne fertilisation
0	13	9	11
25	22	3	13
50	20	4	12
100	15	6	11
Moyenne désherbage	18	6	

* Roundup en solution de 2 %

Il s'avère que la réponse à la fertilisation diffère apparemment entre espèces.

A titre de conclusion provisoire, on peut retenir qu'un désherbage par herbicide total sur environ 1 m autour des plants est essentiel pour obtenir une croissance acceptable ainsi que pour la survie des plants en année d'installation. L'intérêt d'une fertilisation NPK est moins évident. Toutefois, l'apport d'environ 100 g d'engrais/plant semble approprié.

Production de biomasse des arbustes

La production de biomasse consommable des arbustes peut être soit mesurée directement par récolte des feuilles et des pousses très jeunes, soit estimée à l'aide des régressions montrant la corrélation entre le rendement et des paramètres facilement mesurables comme la hauteur, le diamètre etc. (Mill *et al.* 1988). Chez de jeunes arbustes d'environ une année, Mill (1987) a trouvé une corrélation étroite ($r = 0,95$) entre le rendement d'*Atriplex nummularia* et le volume des arbustes, en forme de cylindre, calculé en prenant le diamètre le plus large (d1), le diamètre perpendiculaire (d2) et la hauteur (h) selon la formule $\frac{(d1+d2)^2 \pi \cdot h}{4}$.

Nous avons complété cette étude fin juillet 1990, en examinant des plantations plus âgées réalisées en 1985/86 et 1986/87, c.à.d. des arbustes d'*Atriplex nummularia* de 3 et 4 ans. La parcelle a été pâturée à partir de la 3^{ème} année, au cours de la campagne de cette étude en janvier/février et en été après nos prélèvements. On considère donc que la biomasse mesurée correspond à la production de mars jusqu'au 25 juillet. La performance divergente des arbustes était principalement fonction de la profondeur du sol, moins de leur âge. Nous considérons donc comme un ensemble les 2 x 20 arbustes récoltés et les 2 x 103 arbustes mesurés dans les deux plantations. La partie des arbustes vigoureux hors d'atteinte des moutons d'une hauteur de plus de 125 cm a été coupée et n'a pas été inclus dans le rendement.

Pour les 40 arbustes récoltés, le rendement moyen en MS par arbuste a été de 398 g, avec des extrêmes de 20 et 3966 g (écart-type 671 g).

Le volume de ces 40 arbustes, calculé selon la formule indiquée, est significativement corrélé avec le rendement en MS ($r = 0,85$) suivant la régression linéaire (figure 2)

$$MS = 0,31 \cdot Vol - 140.$$

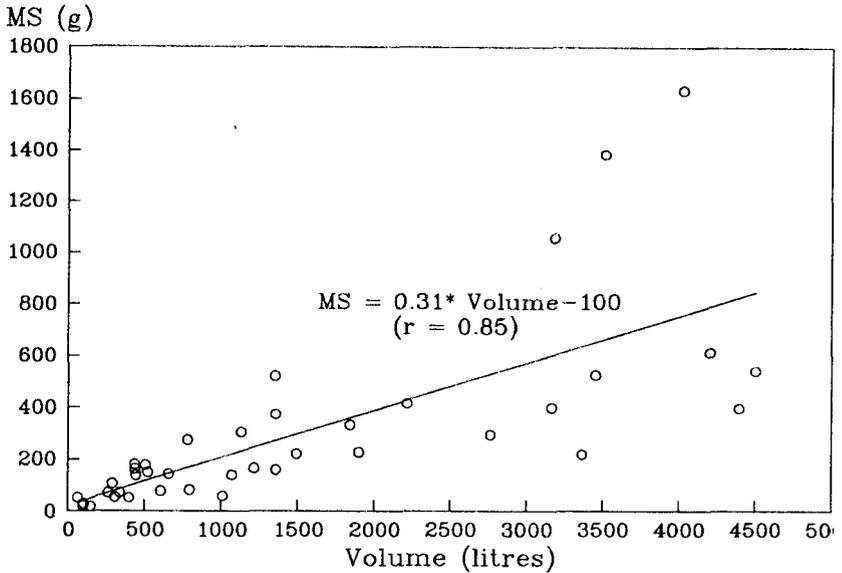


Fig. 2: Relation entre le rendement en MS et l'indice du volume chez *Atriplex nummularia* à Had Soualem.

En utilisant cette équation, le rendement moyen de ces 40 arbustes est de 405 g, donc très proche du chiffre obtenu par récolte malgré des écarts-types extrêmes. Bien que cette formule ne convienne pas à l'estimation du rendement d'un arbuste individuel, elle permet une certaine appréciation du rendement d'un échantillon suffisamment grand.

En appliquant l'équation du volume calculé aux autres 206 arbustes (moyenne 1150 l), le rendement moyen en MS/arbuste s'élève seulement à 217 g. Nous utilisons ce chiffre pour apprécier très grossièrement la production de ces arbustes:

- Part approximative de la production annuelle saisie: 50 %
- Densité des arbustes installés: 412/ha

La production en MS consommable des arbustes à Had Soualem peut donc approximativement être estimée à

$$0,217 \times 2 \times 412 = 179 \text{ kg/ha.}$$

En améliorant les techniques de plantation et d'entretien, la densité des arbustes vivants serait certainement plus élevée, permettant d'obtenir une production de l'ordre de 0,5 à 0,75 t MS/ha. Cela semble faible; mais il faut rappeler qu'il s'agit là essentiellement d'un fourrage hors saison. En plus, l'exploitation rationnelle des arbustes améliorerait également la production de la strate herbacée. Une meilleure performance des arbustes serait possible, à condition d'éviter des plantations sur sols extrêmement superficiels, de désherber chimiquement les jeunes plants, de fertiliser à l'installation et pratiquer une exploitation strictement réglée. Le choix des espèces peut y contribuer également. *Atriplex halimus* couvre mieux le sol et est moins vulnérable qu'*A. nummularia* au surpâturage. Il est donc plus compétitif face à la végétation spontanée. Sur sols dunaires, *Acacia cyanophylla* semble être l'espèce la plus productive.

Après quelques modestes succès obtenus dans l'exploitation au cours des premières années, mais par suite du manque d'entretien des clôtures initialement installés pour rationaliser l'exploitation, les arbustes ont fait l'objet d'une véritable exploitation minière du type "cueillette". Les chances des arbustes de survivre et de produire dans un tel "système" de production sont bien entendu minimes, surtout en année de sécheresse.

CHOIX DES ESPECES ET VARIETES

Le cadre de notre discussion sur le choix des espèces et des variétés à Had Soualem suivra le schéma de la vocation culturale présentée au chapitre Caractéristiques édaphiques et vocation culturale des sols (tableau 3). L'état des connaissances actuelles est le résultat intégral des expérimentations et des expériences acquises durant la période expérimentale, notamment par:

- des essais en petites parcelles,
- des tests et la pratique au niveau de l'exploitation et
- des études et observations concernant des thèmes particuliers.

Nous ne discuterons ici que les espèces et variétés pour terres arables. Le choix des espèces d'arbustes pour l'amélioration des terres non arables est traité au chapitre Plantation d'arbustes fourragers.

Cultures à grains

Les cultures à grains subissent dans l'ensemble un risque climatique plus élevé que les cultures fourragères à fauche. Les plus grands dégâts peuvent apparaître durant les stades de fécondation et de remplissage de graines fin hiver/début printemps. Mais, vu la répartition irrégulière des pluies, des dégâts sérieux peuvent être causés également au cours d'autres stades phénologiques.

En respectant les exigences édaphiques, les rendements en grains des céréales varient entre 15 et 20 qx/ha en années assez favorables et entre 10 et 15 en années plutôt défavorables. Au cours des années particulièrement sèches comme fut la campagne 91/92, aucune production n'a pu être récoltée par moissonneuse-batteuse. Le facteur dominant pour le rendement est évidemment l'eau; cependant, le choix du cultivar et les techniques culturales interviennent également de façon très significative.

Le blé tendre, la céréale la plus exigeante, doit être cultivée sur les meilleurs sols de l'UREO qui se trouvent essentiellement sur les fermes Tuierry, Alloud et la "ferme expérimentale". Sa place dans l'assolement viendra de préférence après une légumineuse. Depuis des années, seules des variétés modernes ont été cultivées. Parmi les 3 variétés cultivées régulièrement, Potam, Nesma et Jouda, Potam a montré récemment la meilleure performance.

Le triticale, introduit pendant la période expérimentale, occupe soit la place d'une 2^{ème} céréale dans un assolement triennal sur les meilleurs sols, soit la place d'une 1^{ère} céréale dans un assolement bi- ou triennal sur des sols moyens et médiocres. Il remplace essentiellement le seigle et l'orge beaucoup plus cultivés auparavant. Les rendements obtenus avec les 4 variétés testées, Triticore (variété française), Beagle, Juanillo et Drira, diffèrent relativement peu. Cependant, la variété plus précoce Triticore semble être légèrement supérieure en années à printemps relativement sec.

L'orge à grains a été quasiment abandonné malgré plusieurs tentatives de reprendre sa culture avec de nouvelles variétés (ACSAD 60, Tamelalt). Pour le moment, on ne dispose pas de variétés résistantes aux principales maladies (helminthosporiose, jaunisse nanissante) et il semble par conséquent impossible d'obtenir des rendements convenables dans les conditions de Had Soualem. La culture de l'orge pourrait redevenir intéressante si des variétés résistantes aux maladies cryptogamiques devenaient disponibles.

Le seigle a été abandonné en tant que culture à grains en raison du manque de variétés locales modernes et de la non-disponibilité de semences. La

production d'une petite quantité de graines serait néanmoins souhaitable pour pouvoir cultiver des petites surfaces de seigle pâture en cas de manque de semences commerciales.

La même remarque vaut pour l'avoine à grains. Une certaine production, surtout de la variété Avon très bien adaptée, serait utile pour compenser les irrégularités du marché des semences.

Le lupin (*Lupinus albus*), culture protéique, a été régulièrement cultivé depuis 1986/87 pour remplacer l'achat des tourteaux par une production locale. Les rendements obtenus oscillent autour de 13 à 14 qx/ha. Sa culture doit être concentrée sur les sols sableux profonds, qui se trouvent surtout sur la ferme Julien, et éviter les sols riches en calcaire. Multilupa est la seule variété inscrite et localement disponible. Dans un essai variétal effectué en 1990/91, comparant Multilupa à 3 variétés de *L. angustifolius* et Kiev Mutant de *L. albus*, il n'y a pas eu de différences significatives entre les cultivars, tout au plus une tendance vers la supériorité de Kiev Mutant (Thami-Alami 1991). En attendant la disponibilité de variétés alternatives, l'amélioration de la culture du lupin doit être recherchée par une meilleure maîtrise des techniques culturales.

Cultures fourragères à fauche

Il s'agit essentiellement de cultures céréalières et d'associations céréales/légumineuses à conservation. D'autres cultures à fauche, comme le maïs ou le ray-grass d'Italie, ne sont pas sorties du stade expérimental.

Cultures fourragères à conservation

La place de ces cultures dans l'assolement est analogue à celle du triticale où elles occupent la sole après le lupin dans un assolement triennal triticale - lupin - fourrage. A l'UREO, les cultures fourragères à conservation servaient principalement à l'ensilage. Leur part parmi les cultures annuelles (cultures prairiales exclues) s'élevait à environ 30 % avant le réaménagement de l'occupation du sol à partir de la campagne 1990/91. Il s'agit des associations légumineuses/céréales (pois/orge, pois/triticale, vesce/triticale, vesce/avoine) ou des céréales pures, essentiellement de l'avoine.

L'avantage des céréales pures est un rendement plus élevé, un effet moins salissant dans l'assolement et la possibilité du déprimage, tandis que l'association a l'avantage d'une teneur en protéines plus élevée.

Ainsi, au cours de la campagne 1987/88, nous avons obtenu en moyenne avec des mélanges vesce/triticales (*V. dasycarpa* Namoi, Beagle) et vesce/avoine (Namoi, INRA 153), fertilisés avec (kg/ha) 50 N, 80 P₂O₅ et 40 K₂O en fonction du mélange, les rendements suivants:

Proportion au semis (%) vesce/céréale	Rendement t MS / ha
100 / 0	4,15 d
67 / 33	5,27 d
50 / 50	6,73 c
33 / 67	8,19 b
0 / 100	10,71 a

Dans le même essai, l'association vesce/triticales a donné en moyenne un rendement (6,22 t MS/ha) du même niveau que celui de la vesce-avoine (5,95 t MS/ha). La surface à emblaver par les différentes cultures à conservation est surtout une question d'échelonnement du chantier au moment de la préparation de l'ensilage, en commençant par les cultures précoces pois/orge, pois/triticales et en terminant par les cultures plus tardives vesce/avoine et avoine pure. Il s'agit donc moins d'opter pour ou contre une culture que de combiner les avantages de chacune.

Autres cultures

En plus des céréales fourragères d'hiver et leur association à des légumineuses, le maïs et le ray-grass d'Italie ont été testés occasionnellement au niveau de l'exploitation, sans toutefois inciter la gestion de l'UREO à en cultiver davantage. Le maïs possède pourtant un intérêt particulier malgré le risque climatique élevé de sa culture, car il peut fournir de la verdure hors saison spécialement intéressante dans le système d'élevage ovin à 3 agnelages/2 ans pour les troupeaux d'agnelage en mars/avril.

Nous avons montré par des essais qui combinent date de semis x variété, que le semis peut être avancé jusqu'à mi-février pour prolonger la période de végétation du maïs sans risquer trop de dégâts par basses températures, c'est à dire en avance de 2 à 3 semaines par rapport aux habitudes locales (tableau 10) et qu'il existe par ailleurs des différences variétales relatives à la sensibilité au froid ainsi qu'au potentiel de rendement. Le maïs pourrait s'intégrer dans l'assolement en remplaçant sur une petite partie les cultures fourragères à conservation ou en tant que solution intensive après une céréale

pâturée rapidement en janvier/février. Le maïs en vert serait disponible à partir de mi-mai et pourrait être récoltée par ensileuse-hâcheuse et distribuée dans des mangeoires.

Tableau 10: Rendement du maïs (t MS/ha) en fonction de la variété et de la date de semis.

Variété	Date de semis 1982 / 83 Moyenne de 3 dates 13/1 (3/2, 17/2, 8/3)	
	Bastion	1,81 c*	6,25 b
Tau	3,76 b	6,62 ab
Balda	4,58 ab	7,42 a
Mutin	5,05 a	7,23 ab
Anko	4,20 ab	7,40 ab
Praecox	4,00 ab	6,49 b
	1983 / 84	
	21/2	7/3
Balda	6,81 b	5,73 b
Mutin	6,52 b	5,98 b
Anko	8,13 a	8,76 a
Locale P 586	9,09 a	7,80 a

* différences variétales pour $P < 5 \%$

Cultures pastorales

L'amélioration pastorale à Had Soualem a été focalisée sur l'amélioration de la jachère. Après quelques essais orientatifs et compte tenu des expériences d'autres pays dans des conditions climatiques similaires, notamment de l'Australie (Oram 1990), il semblait évident dès le début que l'introduction des prairies à *Medicago spp.* annuelles et du ley farming à la place des jachères pâturées pourrait être particulièrement bénéfique pour l'UREO.

Medicago spp. annuelles

De par son climat, le site de Had Soualem nécessite des variétés assez précoces de par ses conditions édaphiques; des variétés adaptées aux sols sableux calcaires ou légèrement acides sont exigées.

En tout, 13 variétés ont été testées. Pour la pratique, un mélange de *M. littoralis* 'Harbinger', *M. tornata* 'Tornafield' et *M. truncatula* 'Cyprus' a été recommandé et utilisé. Le comportement de ces 3 variétés à l'égard de la texture du sol et du pH est sommairement le suivant:

	Texture	pH
<i>M. littoralis</i> Harbinger	psammophile	basophile
<i>M. tornata</i> Tornafield	psammophile	tolère sols acides
<i>M. truncatula</i> Cyprus	assez indifférent	assez indifférent

M. tornata 'Tornafield' répond donc spécifiquement à l'ensemble des conditions édaphiques de l'UREO. Cependant, sa production précoce laisse à désirer et la disponibilité des semences a été problématique à plusieurs reprises. En petites parcelles, il a fourni les rendements les plus élevés aussi bien en MS qu'en semences (tableau 11).

M. littoralis 'Harbinger' montre de très bonnes performances sur plus de 80 % de la superficie de l'UREO. Il rencontre cependant parfois des problèmes de nodulation sur des sols sableux profonds où il ne persiste pas suffisamment longtemps. En petites parcelles, il se place en deuxième position (tableau 11).

M. truncatula 'Cyprus' se comporte de la même façon que Harbinger. Dans le mélange des 3 variétés, son rôle est surtout de compenser une défaillance éventuelle des autres variétés due à des maladies cryptogamiques.

Un rôle analogue pourrait être joué par la variété relativement nouvelle *M. polymorpha* 'Santiago' qui nodule bien sur sol acide, sans toutefois pouvoir remplacer *M. tornata* sur sols sableux profonds. La variété 'Serena' (également *M. polymorpha*) est par contre trop précoce pour bien s'adapter au mélange cité et persister, et ce, malgré une performance acceptable en petites parcelles (tableau 11).

Tableau 11: Rendement annuel et début floraison de quelques variétés commerciales de *Medicago spp.* annuelles sur une moyenne de 4 années.

Variété	Déb.fl. (jours après semis)	MS t / ha		Semences kg/ha	
		moyenne	écart- type	moyenne	écart- type
<i>M. littoralis</i> Harbinger	84	4,94	2,11	662	156
<i>M. polymorpha</i> Serena	68	4,43	2,23	550	553
<i>M. tornata</i> Tornafield	96	6,03	1,63	1095	487
<i>M. truncatula</i> Cyprus	84	4,55	2,50	543	280

D'autre part, les variétés suivantes ont été testées en petites parcelles seulement:

<i>M. polymorpha</i>	'Circle Valley'
<i>M. rugosa</i>	'Paraponto', 'Sapo'
<i>M. scutellata</i>	'Kelson', 'Robinson',
<i>M. truncatula</i>	'Parabinga', 'Paraggio', 'Sephi'

Parmi ces variétés, 'Parabinga' peut servir d'alternative à 'Cyprus', sans toutefois offrir de nets avantages. Ses gousses plus grandes que celles de Cyprus risquent d'être consommées davantage pendant le pâturage estival.

Les autres variétés se prêtent moins aux mélanges à Had Soualem que celles proposées, à savoir:

	Composante principale	Composante secondaire
pour sols sableux alcalins	<i>M. litt.</i> Harbinger <i>M. torn.</i> Tornafield	<i>M. pol.</i> Santiago et/ou <i>M. trunc.</i> Cyprus ou <i>M. trunc.</i> Parabinga
pour sols sableux profonds légèrement acides	<i>M. torn.</i> Tornafield	<i>M. pol.</i> Santiago

Pour des pâturages non régénérants, *M. scutellata* 'Kelson' peut servir d'alternative aux *Vicia spp.*, probablement plus productives mais qui posent des problèmes de disponibilité de semences.

Il est à signaler que dans le programme de sélection des *Medicago* spp. annuelles autochtones provenant de sols acides (Cremer-Bach 1992), Had Soualem est depuis la campagne 1990/91 un site d'expérimentation régional. On envisage de demander l'inscription d'un ou deux écotypes de *M. tornata* qui seraient d'un intérêt particulier dans les conditions de Had Soualem.

Autres légumineuses pastorales

Parmi les autres légumineuses (tableau 12), *Ornithopus* spp. se sont distinguées par une meilleure tolérance au vent de sable fréquent au cours des deux premières années de la période expérimentale. Ce fait et la présence d'*O. compressus* et d'*O. isthmocarpus* dans la végétation spontanée à Had Soualem nous ont incité à tester également *Ornithopus* au niveau de l'exploitation.

Malgré des rendements élevés en petites parcelles, en 1982/83 par exemple:

- 7,36 t MS/ha en moyenne des 6 variétés d'*O. compressus* et
- 9,61 t MS/ha en moyenne des 4 variétés d'*O. sativus*,

les résultats en grandes parcelles étaient décevants. Pour *O. compressus*, les contraintes suivantes ont été rencontrées:

- Les semences commerciales sous forme de segments de gousses, d'un pouvoir germinatif souvent inférieur à 10 % et qui exigent un traitement (par exemple à l'eau bouillante) par l'utilisateur, sont inacceptables.
- La faible croissance hivernale implique une compétitivité insuffisante face aux mauvaises herbes agressives particulièrement gênantes, ceci à cause du
- manque d'herbicides sélectifs.
- La persistance est menacée, car *O. compressus* reste longtemps vert au printemps où la plupart de ses gousses sont consommées avant de mûrir.

Tableau 12: Autres légumineuses pastorales testées à l'UREO Had Soualem.

Espèce et variété resp. génotype	Espèce et variété resp. génotype
* <i>Ornithopus compressus</i> Uniserra	<i>Trifolium subterraneum</i> Nungarin
" " 102	* " " Daliak
" " 105	" " Seaton Park
" " 108	" " DMN 5
" " 113	" " Esperance
" " 384679	" " Woogenellup
" " 384689	" " 45 B
" " 385187	" " 45 C
<i>Ornithopus isthmocarpus</i> Pop.Zouada	<i>Trifolium hirtum</i> Kondinin
* " <i>sativus</i> French	* <i>Vicia dasycarpa</i> Namoi
" " S.A.Common	" <i>villosa</i> Commun 1
" " Aza	" " Lana
" " DSV	

* également testée en grande parcelle

O. sativus est plus une culture fourragère qu'une culture pastorale à cause de la faible dureté des semences, même s'il peut persister sur sols sableux à drainage libre en l'absence de pluies hors saison. Les contraintes à sa culture sont la disponibilité limitée de semences, l'intérêt limité des praticiens et - à moindre degré que chez *O. compressus* - le manque d'herbicides sélectifs. Néanmoins, vu sa capacité de production sur des sols sableux profonds et acides, il reste théoriquement le premier choix sur ces sites où il pourrait remplacer une partie de la sole de lupin pour servir de pâturage à fonction spéciale, par exemple pour le troupeau d'agnelage mars/avril.

Le trèfle souterrain est mal adapté aux conditions édaphiques, en raison de son faible système racinaire, bien qu'on le trouve dans la région de Had Soualem à l'état spontané dans les stations riches. *Trifolium hirtum* est sans intérêt pratique pour l'UREO.

Par contre, *Vicia spp.*, bien adaptées à l'ensemble des sites arables, pourraient, au-delà de leur utilisation dans des associations avec des céréales, jouer un rôle en tant que sole légumineuse pure pâture pour assainir l'assolement triennal sur les sols à blé (tableau 3). L'intérêt d'une telle utilisation des vesces a été démontré avec succès à l'ICARDA (Thomson and Bahhady 1988). Des variétés assez tardives, par exemple *V. villosa* INRA 6194, conviennent le mieux à cette fin.

Graminées pastorales

Contrairement aux légumineuses pastorales, il n'existe pas beaucoup de graminées disponibles dans le commerce adaptées aux conditions édapho-climatiques de Had Soualem. Mis à part *Agropyrum elongatum* et *Phalaris aquatica* 'Perla' qui ont déjà été éliminés après un essai de comportement, 3 espèces ont été testées en petites et grandes parcelles:

- *Lolium rigidum* 'Wimmera',
- *Ehrharta calycina* 'Mission' et
- *Dactylis glomerata* ssp. *hispanica* population locale.

En plus, la création de prairies graminéennes par fertilisation azotée et désherbage antidicotylédone a été testée en petites et grandes parcelles (voir chap. Amélioration de la jachère).

Lolium rigidum, qui fait figure de mauvaise herbe dans des cultures céréalières, produit en petite parcelle entre 4 et 5 t MS/ha, par contre souvent moins en grande parcelle à cause d'une fertilisation azotée insuffisante. Sa persistance est médiocre, car il est brouté de préférence au stade de fructification par rapport aux graminées concurrentes, telles que *Bromus rigidus* et *Vulpia myuros* qui deviennent ainsi dominants. Son semis a été abandonné après quelques années.

Ehrharta calycina a fait bonne impression au début par sa capacité de coloniser des sols en voie de fixation et par le fait de rester verte longtemps en été. Cependant, les semis en grandes parcelles ont faiblement survécu. Les moutons arrachent les touffes facilement en période de soudure et les graminées annuelles *Bromus rigidus* et *Vulpia myuros* redeviennent assez rapidement dominantes dans ces prairies.

Pour éviter ces problèmes de persistance, la graminée vivace *Dactylis glomerata* a été collectée sur des sites clôturés de l'UREO et testée en petites et grandes parcelles. Malgré une production élevée en petite parcelle (7 t MS/ha en 2ème année, fertilisée avec 80 kg N/ha), son introduction dans la pratique n'a pas réussi, essentiellement à cause de la non-maîtrise de l'installation.

En conclusion et vu le matériel végétal disponible ou susceptible d'être créé dans un proche avenir, les chances de réussir des prairies graminéennes pluriannuelles à productivité élevée sont très restreintes dans les conditions édapho-climatiques de Hâd Soualem.

TECHNIQUES CULTURALES

Les essais de techniques culturales ont été consacrés principalement aux questions de fertilisation, d'installation, de désherbage et d'utilisation et en priorité aux thèmes d'intérêt immédiat pour l'UREO.

Fertilisation

Les sols de Had Soualem, pauvres en azote, phosphore et à moindre degré en potasse, ont besoin d'une fertilisation pour permettre des rendements convenables.

Fertilisation potassique

L'approvisionnement des sols de l'UREO en potasse assimilable est variable avec des valeurs inférieures et supérieures au seuil de 120 ppm (Jones 1974), au-delà duquel on n'obtient généralement pas de réponse à la fertilisation potassique. Cet approvisionnement différent est lié à la fréquence des cultures. Les parcelles cultivées et fertilisées ont le plus souvent des valeurs plus élevées en potasse assimilable. Conformément à cela, on constate aussi bien des réponses significatives que non significatives en petites parcelles (tableau 13). Aussi, nous recommandons aux utilisateurs une fertilisation d'entretien à doses faibles de potasse, qui permet de compenser les exportations et prévenir les déficiences (tableau 16).

Fertilisation phosphatée

Les sols de l'UREO sont plus ou moins déficients en phosphore assimilable, en raison de la fréquence des cultures; les parcelles souvent cultivées et fertilisées ayant les teneurs les plus élevées. Une fertilisation phosphatée régulière est indispensable pour obtenir des rendements convenables. Les surplus de rendement par fertilisation phosphatée se situent autour de 10 à 15 kg MS/kg P_2O_5 avec un niveau de fertilisation raisonnable (tableau 14).

Tableau 13: Influence de la fertilisation potassique sur le rendement et la teneur en potasse assimilable du sol.

Culture	Traitement N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	kg MS /kg K ₂ O par rapport à la dose précéd.	K ₂ O ass. du sol ppm	Année
Vicia dasycarpa	0 - 45 - 0 0 - 45 - 60 0 - 45 - 120	9 * - 4 n.s.		1984
Vesce/triticales et Vesce/avoine	30 - 50 - 0 30 - 50 - 50	- 12 n.s.		1988
Secale cereale moyenne de 2 ans	0 - 80 - 0 0 - 80 - 80	1 n.s.	161 201	1982 1983
Prairies à Medicago moyenne de 2 essais	0 - 45 - 0 0 - 45 - 45	- 3 n.s.	203 209	1991

Tableau 14: Influence de la fertilisation phosphatée sur le rendement et la teneur en phosphore assimilable du sol.

Culture	Traitement N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	kg MS /kg P ₂ O ₅ par rapport à la dose précéd.	P ₂ O ₅ ass. du sol ppm	Année
Vicia dasycarpa	0 - 0 - 60 0 - 45 - 60 0 - 90 - 60	19 * 2 ns		1984
Vesce/triticales et Vesce/avoine	30 - 0 - 50 30 - 100 - 50	- 2 n.s.		1988
Secale cereale	80 - 0 - 80 80 - 80 - 80	14 *	54 61	1982 1983
Prairies à Medicago moyenne de 2 essais	0 - 0 - 0 0 - 45 - 0 0 - 90 - 0	6 n.s. 4 n.s.	19 35 79	1991

Fertilisation azotée

Les sols de Had Soualem sont en général déficients en azote. L'efficacité de la fertilisation azotée dépend largement de divers facteurs, notamment:

- quantité et répartition de la pluviométrie,
- type de sol,
- mode et période d'épandage de l'engrais,
- précédent cultural,
- capacité génotypique de la culture de valorisation.

L'efficacité maximale de la fertilisation, c'est à dire la conversion maximale d'azote en MS, a lieu fin hiver/début printemps à condition que l'eau soit suffisamment disponible.

Chez les graminées pures (céréales, ray-grass, prairies graminées), des doses faibles d'azote produisent des surplus de rendement > 40 kg MS/kg N (tableau 15). Au-delà de 80 kg N/ha, la réponse à la fertilisation diminue plus ou moins fortement en fonction de l'ensemble des facteurs en présence. En années relativement pluvieuses, des réponses intéressantes peuvent être escomptées jusqu'à un niveau de l'ordre de 170 kg N/ha, tandis qu'en années sèches, le plafond peut déjà être atteint moins que la moitié de cette dose. Les associations légumineuses/céréales ne valorisent que des doses relativement basses autour de 50 kg N/ha (tableau 15), abstraction faite de la réduction non désirée de la proportion des légumineuses par l'emploi de doses élevées.

Une fertilisation azotée des légumineuses pures (vesce, lupin, *Medicago spp.* annuelles, *Ornithopus spp.*) est superflue pour le rendement, malgré des pratiques parfois contraires en usage dans la région (tableau 15).

Tableau 15: Influence de la fertilisation azotée sur le rendement de différentes cultures à Had Soualem.

Culture	Traitement N -P ₂ O ₅ - K ₂ O (kg/ha)	kg MS /kg N par rapport à la dose précéd.	Année
Seigle	0 - 80 - 80	24 * - 5 n.s.	1983
	80 - 80 - 80		
	140 - 80 - 80		
Seigle - triticales (graines + gerbes)	0 - 80 - 40	24 * - 29 * 29 * - -3 ns 15ns - -2 ns	1986
	40 - 80 - 40		
	80 - 80 - 40		
	120 - 80 - 40		
Avoine (moyenne de 8 vari- étés)	0 - 60 - 40	52 * 24 * 7 *	1991
	60 - 60 - 40		
	120 - 60 - 40		
	180 - 60 - 40		
Lolium rigidum	0 - 80 - 40	41 * 28 * 14 n.s.	1986
	50 - 80 - 40		
	100 - 80 - 40		
	150 - 80 - 40		
Prairie graminéenne spontanée (moyenne de 2 an- nées)	0 - 80 - 40	42 * 38 * 18 *	1985 1986
	70 - 80 - 40		
	90 - 80 - 40		
	110 - 80 - 40		
Vesce/triticales et Vesce/avoine	0 - 50 - 50	15 * 6 n.s. 3 n.s.	1988
	50 - 50 - 50		
	100 - 50 - 50		
	150 - 50 - 50		
Vicia dasycarpa	0-(0à90)-(0à120)	0 n.s.	1984
	30- " - "		
Ornithopus sativus	0 - 80 - 80	-14 n.s.	1983
	30 - 80 - 80		

En tenant compte des résultats des essais de fertilisation (tableaux 13, 14 et 15) et des rendements moyens obtenus, l'orientation approximative suivante est proposée pour la fertilisation dans la région de Had Soualem (voir tableau 16):

Tableau 16: Orientation pour la fertilisation des principales cultures à l'UREO Had Soualem (kg/ha).

Culture	N	P205	K20
Céréales à grains (blé, triticale)	65	35	35
Cultures d'ensilages			
Associations céréales-légumineuses	45	45	75
Céréales pures (avoine)	90	45	75
Céréales pâturées (orge, seigle)	50	30	30
Lupin	0	30	60
Prairies à Medicago spp. annuelles			
1ère année	0	35	35
Années suivantes	0	22	22
Prairies graminéennes	90	30	30

Techniques d'installation

A ce sujet, on a été confronté à différents problèmes qui ont nécessité une mise au point par l'expérimentation, particulièrement les plantes pastorales.

Intérêt de la plante-abri

Surtout au début de la période expérimentale et à la suite d'une série d'années sèches, l'érosion éolienne était une véritable menace pour les semis de plantes à petits grains. Pour cela, les semis en grandes parcelles ont été systématiquement exécutés avec une plante-abri protectrice, principalement avec le seigle.

Tableau 17: Influence de la plante-abri sur le rendement de *Medicago* et *Ornithopus* spp. (1983/84).

Densité de la plante-abri (seigle kg/ha)	Medicago spp.		O.sativus	O.compressus
	MS (t/ha)	Gousses (kg/ha)	MS (t/ha)	MS (t/ha)
0	3,85 b	1061 a	-	-
15	4,80 a	760 b	7,98 n.s.	5,54 n.s.
30	5,08 a	632 bc	7,32	5,73
45	4,74 a	497 c	7,60	5,58

Deux essais en petites parcelles ont été réalisés au cours de la campagne 1983/84 pour quantifier l'influence de la plante-abri sur le rendement sous régime de fauche, qui permettent néanmoins d'avoir des indications pour des grandes parcelles sous pâturage (tableau 17).

L'influence de la plante-abri dans les conditions de Had Soualem peut être résumée ainsi: Par rapport au semis pur de légumineuses, on peut s'attendre à une augmentation du rendement de l'ordre de 1 t MS/ha. Cependant, le rendement en semences diminue par la plante-abri, si celle-ci n'est pas complètement éliminée avant la pleine floraison de la légumineuse pastorale. Cela est plus facile à réaliser par pâturage que par fauchage et essentiel pour maximiser le rendement en semences au cours de l'année d'installation d'une prairie. La quantité de semis de la plante-abri à recommander se situe entre 20 et 30 kg/ha. Son effet dépend aussi bien de sa densité que de la fertilité du sol et du mode d'exploitation. L'emploi d'une plante-abri a de plus l'avantage de permettre l'utilisation pour des semis pastoraux de semoirs à céréales, autrement impossible en raison de la quantité trop faible à semer.

Densité de semis

Les praticiens ont besoin d'une orientation sur la densité de semis pour les différentes cultures, bien que la réussite de l'installation et de la culture soit exposée à de nombreuses influences, telles que les conditions météorologiques, la compétition des adventices, la qualité du lit de semences et du semis, la capacité de tallage des graminées etc.

Dans plusieurs essais de densité de semis, les cultures intéressant l'UREO Had Soualem ont été étudiées (tableaux 18, 19, 20, 21).

Dans un essai orientatif, l'intérêt de semer des quantités pondérales relativement importantes de triticale a été démontré par rapport à l'avoine et au seigle qui tallent plus que le triticale (tableau 18). Autrement dit, pour la même production de fourrage, le seigle nécessite moins que la moitié de semences que le triticale.

Tableau 18: Comparaison de l'influence de la densité de semis des céréales fourragères sur l'installation et le rendement (1986/87).

Culture	Densité de semis		Installation	MS
	pl./m ²	kg/ha	plantes/m ²	t / ha
			24/12	(9/4)
Triticale 'Beagle'	175	103	107	3,64 d
	250	147	160	4,19 cd
	325	190	187	4,64 bc
Avoine '153'	175	78	151	3,22 d
	250	112	219	3,66 d
	325	145	271	3,73 d
Seigle 'Petkus'	175	46	121	5,20 b
	250	66	178	6,18 a
	325	86	205	5,40 ab
Moyenne culture	175	-	126 c	4,02
	250	-	186 b	4,68
	325	-	221 a	4,59

Chez l'avoine, le poids des grains et la capacité de tallage varient considérablement entre génotypes (tableau 19). Aussi, la densité de semis dépend largement de la variété. Dans un essai de la campagne 1990/91, comparant 8 variétés et 3 densités de semis, le rendement n'a pas varié entre génotypes mais entre densités de semis (tableau 19). Ces résultats indiquent que les variétés à petits grains permettent d'économiser 15 à 40 kg de semences/ha par rapport à celles à grains lourds (densité de semis 65 - 105 kg/ha).

Tableau 19: Densité de semis de différentes variétés d'avoine (1990/91).

Variété	PMG (g)	Talles fertiles (m ²)	MS (t/ha)	Poids des talles fer- tiles (g)
Ghali	23,5	167 c	8,22	5,0
Soualem	27,0	250 abc	9,96	4,0
Faras	29,3	243 abc	9,30	3,8
3103	35,1	267 ab	9,41	3,6
3082	32,0	305 a	9,01	3,0
Rahma	29,4	184 bc	10,35	5,6
153	40,4	237 abc	7,47	3,3
Avon	39,7	245 abc	9,06	3,8
Densité (pl./m ²)				
150		207 c	8,54 b	4,2
225		235 b	9,34 a	4,0
300		270 a	9,42 a	3,6

Quant au maïs fourrager, on a effectué un essai en 1983/84, où ont été comparées 2 dates de semis, 4 variétés et les densités de semis de 6 et 12 plantes/m². La densité élevée a fourni un rendement en MS de 57 % supérieur à la faible densité (7,35 vs. 4,68 t /ha). Certes, le printemps de cette campagne était plus pluvieux que d'habitude; cependant, les résultats de la campagne précédente à printemps plutôt sec étaient similaires.

En ce qui concerne les *Medicago spp.* annuelles, un essai de densité de semis a été exécuté en 1986/87, pour comparer des densités de semis de 50 à 200 kg/ha, afin de mieux comprendre l'influence de la densité du peuplement des prairies régénérantes sur la production hivernale (tableau 20). L'effet positif d'un peuplement dense a été visible jusqu'à fin février. Sous régime d'une seule coupe, une densité élevée du peuplement diminue le rendement en grains (tableau 20), alors que sous pâturage continu c'est l'inverse qui se produit. Les résultats de cet essai soulignent le rôle déterminant d'un rendement élevé en semences dans la performance des prairies à *Medicago spp.* annuelles. Dans la pratique, la densité observée de réinstallation des prairies à *Medicago* à partir d'un stock de semences convenable correspond à environ 40 - 80 kg de semences par ha.

Tableau 20: Installation et rendement de *Medicago spp. annuelles** en fonction de la densité de semis (1986/87).

Densité (kg/ha)	Installation pl./m ² 25/12	MS t / ha			Graines (kg/ha) 2/6
		28/1	20/2	10/4	
50	672 d	0,45 b	1,95 c	5,32 ns	886 a
100	1171 c	0,50 b	2,10 bc	5,28	753 ab
200	1721 b	0,75 a	2,60 a	5,16	698 bc
400	2434 a	0,80 a	2,48 ab	4,55	540 c

* Moyenne des variétés *M. littoralis* 'Harbinger', *M. tornata* 'Tornafeld', *M. truncatula* 'Cyprus' et d'un mélange de ces 3 variétés

L'installation des graminées vivaces pastorales est plus difficile que celle des annuelles à cause de la petite taille des grains et leur croissance initiale lente. Cela s'applique particulièrement à *Dactylis glomerata*, dont on a essayé de domestiquer une population locale. Dans ce contexte, la comparaison des densités de semis entre 2,5 et 20 kg/ha n'a pas montré d'influence de la densité sur le rendement en semences en 1ère année; tandis qu'en 2ème année, le rendement en semences a été réduit par forte densité de semis (tableau 21). Le rendement en MS en 2ème année a été favorisé à la 1ère coupe par une forte densité de semis et à la 2ème coupe par une faible densité, effaçant ainsi l'effet de densité de semis sur le rendement total (tableau 21). Pour réussir l'installation de *Dactylis*, la densité de semis est beaucoup moins importante que le contrôle des mauvaises herbes (voir chap. Désherbage).

Tableau 21: Influence de la densité de semis sur le rendement de *Dactylis glomerata ssp. hispanica*, population locale.

Densité de semis (kg/ha)	Rendement (qx / ha)		
	Grains		MS
	1988/89	1989/90	1989/90
2,5	2,90 n.s.	6,07 a	69,9 n.s.
5	3,23	5,89 a	70,8
10	3,18	4,65 b	68,6
20	2,75	5,01 b	71,5

Désherbage

La grande proportion des jachères pâturées et des associations céréales-légumineuses non dés herbées à l'UREO entraîne une forte pression des mauvaises herbes, qui rend le dés herbage chimique indispensable dans les cultures à grains. Dans la pratique, les céréales ont été normalement traitées avec Printazol (2,4 D + 2,4-MCPA) contre les dicotylédones et plus tard également avec GRANSTAR (tribenuronméthyl), qui contrôle *Emex* mieux que Printazol. Contre les mauvaises herbes graminéennes, aucun traitement chimique n'a été effectué, faute d'un produit efficace contre *Bromus*, la graminée dominante. Notre expérimentation a été focalisée sur les cultures nouvelles à l'UREO, à savoir les cultures pastorales et le lupin.

Dés herbage des prairies à *Medicago spp.* annuelles

La culture des prairies à *Medicago* a été confrontée aux trois principaux problèmes de mauvaises herbes: *Bromus rigidus*, les chardons (*Scolymus hispanicus*, *Silybum marianum*, *Onopordon dissectum*, *Carduus pycnocephalus*) et *Emex spinosa*. L'infestation en année d'installation a été maîtrisée principalement par un semis retardé jusqu'à fin novembre/début décembre, favorisant un contrôle suffisant des adventices sans trop de pertes de production.

Bromus a pu être suffisamment contrôlé dans les prairies régénérées par un très fort pâturage précoce avant la floraison de *Medicago*, bien qu'il aurait pu être contrôlé également par traitement chimique de Fusilade (fluazifopbutyl).

Les chardons et *Emex* ne peuvent pas être contrôlés sans herbicides dans les conditions de l'UREO où les terres arables en pâturage souvent pluriannuel dépassent 50 %. La lutte contre ces adventices, et particulièrement contre *Emex*, a été étudiée sous différents aspects:

- définition du problème,
- agro-écologie d'*Emex*,
- identification d'herbicides pour la lutte,
- élaboration du mode de lutte,
- recommandation des mesures de contrôle.

Emex spinosa est une mauvaise herbe commune dans la zone méditerranéenne, particulièrement abondante au Maroc sur les sols sableux du littoral. Bien qu'elle existe un peu partout dans la région de Had Soualem, les

champs de l'UREO sont particulièrement infestés, étant donné qu'*Emex*, qui est un refus, est favorisé par la pâture. En plus de sa bonne adaptation aux conditions édapho-climatiques, *Emex* est souvent répandu par les semences de céréales non certifiées. Après culture, la proportion d'*Emex* est élevée aussi bien dans les prairies à *Medicago* que dans les jachères pâturées mais elle diminue avec l'âge du pâturage. Par contre, la part des chardons a tendance à augmenter avec l'âge (Jaritz 1990). Ce comportement d'*Emex* peut être expliqué par sa compétitivité plus forte dans un sol bien approvisionné en azote et sa capacité de produire d'énormes quantités de semences en partie conservées dans le sol (Weiss 1980).

Etant donné que l'occupation du sol et l'orientation de la production de l'UREO favorisent la propagation d'*Emex*, son contrôle est nécessaire pour éviter des pertes de production et encourager la persistance des prairies à *Medicago*. Ceci est également valable pour les chardons mais dans une moindre mesure.

Après plusieurs essais orientatifs, une combinaison d'Asulox (asulame) et de MCPA a été identifiée comme étant le meilleur traitement chimique pour contrôler *Emex* et les chardons, alors que pour *Ormenis mixta*, Asulox peut être mélangé à 1 l/ha Basagran M (0,47 l Basagran et 0,3 l MCPA).

Les autres produits testés: Tribunil (métabenzthiazuron), Aretit (dinosèbe), Certrol DP (ioxynil + dichloroprop), Basagran (bentazone) se sont montrés soit inefficaces contre *Emex*, soit dans le cas de Karmex (diuron) efficace mais trop phytotoxique pour *Medicago spp.*

MCPA, recommandé pour un traitement en post-levée tardive (Smith *et al.* 1978) à la dose de 1,2 l/ha, a été testé durant plusieurs années en petites et grandes parcelles. Bien qu'il permet un contrôle passable d'*Emex*, il n'est pas suffisamment sélectif et endommage trop le *Medicago*, particulièrement en cas de stress par temps sec continu ou en cas de dépassement accidentel de la dose.

Asulox associe un effet phytotoxique efficace sur *Emex* à un effet négligeable sur *Medicago* sans différence variétale entre les trois principales variétés cultivées à l'UREO (*M. littoralis* 'Harbinger', *M. tornata* 'Tornafeld', *M. truncatula* 'Cyprus'). Son action est lente et s'exprime deux semaines environ après le traitement, par des décolorations chlorotiques et un ralentissement de la croissance.

En dehors de son effet sur *Emex*, Asulox est assez phytotoxique pour *Silybum marianum*. Sa phytotoxicité à l'égard d'autres espèces dans les prairies de *Medicago* à Had Soualem est négligeable. Elle varie néanmoins en fonction du stade végétatif. Un traitement trop précoce (décembre) endommage significativement le *Medicago*, un traitement trop tardif (février) ne contrôle pas assez *Emex* (tableau 22). La date optimale en année normale se situe du début à la mi-janvier, la dose optimale est de 2 à 2,5 l Asulox/ha (tableau 23).

L'adjonction de 0,6 l MCPA/ha à l'Asulox augmente le spectre des espèces contrôlées et se justifie si des espèces sensibles à MCPA sont présentes en quantités importantes. Les herbes sensibles à MCPA (*Raphanus raphanistrum*, *Diplotaxis catholica*, *Hypochoeris achyphorus*) sont contrôlées ou/et changent de goût pour les moutons et sont consommées après traitement alors qu'elles sont refusées sans traitement, notamment les chardons *Silybum*, *Scolymus* et *Carduus*.

Tableau 22: Effet d'Asulox dans un peuplement de *Medicago littoralis* sur la proportion d'*Emex spinosa* (1986/87).

Dose d'Asulox (l/ha)	Proportion d' <i>Emex</i> (%) le 8/4		
	Date de pulvérisation		
	15/1	29/1	12/2
0	17,1	18,0	19,4
1,5	2,5	2,8	13,8
3,0	2,8	1,5	11,5
4,5	5,0	5,8	10,8

La proportion de *Medicago* et de graminées augmente par traitement de Asulox + MCPA proportionnellement à la diminution d'*Emex*, des chardons et autres herbes (tableau 23). Le traitement a pour effet une augmentation du rendement en gousses parallèlement à l'augmentation de la part de *Medicago* dans la composition botanique. Cet effet est en partie dissimulé dans les chiffres du tableau 23, car sous pâturage libre les parcelles témoins sont, à cause des chardons, moins fortement pâturées que les parcelles traitées.

De même, on doit s'attendre à une relation entre la part d'*Emex* dans la composition botanique et son rendement en fruits. Le fait que les différences entre les traitements de la composition botanique du tableau 23 ne se reflètent pas dans le rendement en fruits est dû à la récolte de tous les fruits sur le sol, ceux de l'année précédente à forte proportion d'*Emex* inclus, effaçant ainsi largement l'effet du traitement.

Tableau 23: Effet d'Asulox + MCPA dans une prairie à *Medicago* sur la composition botanique et le rendement en fruits (1989/90).

Traitement		Proportion des contacts d'espèces le long de transects (%)						Gousses ou fruits (kg/ha)	
Date	Dose Asulox-MCP (l/ha)	Medicago	Emex	Char-dons	Autr. Herbes	Graminées	Sol nu	Medicago	Emex
13/12	0	48 b	11	8	10	22	3	1290 a	417
	2,0 + 0,6	53 ab	6	1	5	31	5	1212 a	338
	2,5 + 0,6	57 a	4	+	8	20	5	1647 a	388
	3,0 + 0,6	49 ab	2	+	9	34	6	1513 a	456
4/1	0	50 a	13	6	9	21	1	1352 b	422
	2,0 + 0,6	50 a	3	+	4	40	4	1278 b	369
	2,5 + 0,6	58 a	2	+	6	29	4	1865 a	382
	3,0 + 0,6	55 a	3	+	7	32	5	1602ab	432
23/1	0	53 a	9	5	14	19	1	1547 a	539
	2,0 + 0,6	60 a	5	1	8	24	3	1529 a	500
	2,5 + 0,6	53 a	5	1	10	26	6	1354 a	354
	3,0 + 0,6	61 a	5	1	8	22	3	1393 a	397
F1	date	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F2	traitement	*	***	***	*	**	**	*	n.s.
F1xF2	date x traitement	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
Moy. F2	0	50 b	11 a	6 a	11 a	20 c	2 b	1396ab	459
	2,0 + 0,6	54 a	4 b	1 b	5 b	32 a	4 a	1339 b	402
	2,5 + 0,6	57 a	4 b	+ b	8 ab	26 bc	5 a	1622 a	375
	3,0 + 0,6	55 a	3 b	+ b	8 ab	29 ab	5 a	1503ab	428

+ présent avec < 1 %

Pour diminuer davantage la dose d'Asulox, l'adjonction d'un adhésif (Moxiline) a été testée en 1990/91. Aucun effet de l'adhésif n'a pu être observé sur *Emex*; les chardons par contre ont déjà été contrôlés par 1,5 l Asulox + 0,6 l MCPA + adhésif, tandis que sans adhésif il fallait au moins 2 l Asulox + 0,6 l MCPA.

Dans la pratique, la lutte contre *Emex* et les chardons devrait être continue dans le ley-farming biennal, afin de réduire substantiellement leur stock de semences dans le sol par traitement avec Asulox + MCPA à raison de 2 + 0,6 l/ha dans la phase prairiale et de GRANSTAR dans les céréales à grains.

Dans les prairies à *Medicago* de longue durée, on pourrait profiter de la tendance vers une diminution de la part d'*Emex* avec l'âge de la prairie, qui doit être renforcée pendant les deux premières années de régénération par un traitement d'Asulox + MCPA ou d'Asulox + Basagran M, suivi par des traitements moins réguliers.

Désherbage du lupin (*Lupinus albus*)

La culture du lupin régulièrement pratiquée à l'UREO depuis 1986/87 exige un désherbage efficace pour permettre des rendements adéquats. Vu les coûts excessifs et autres obstacles (perte de surface cultivée, germination échelonnée des mauvaises herbes, risque d'érosion éolienne), le désherbage par binage est à exclure en faveur d'un désherbage chimique. La faisabilité de certaines recommandations faites à l'étranger dans des conditions identiques à celles de Had Soualem a été vérifiée par un essai en 1987/88 (tableau 24, Plancquaert 1988).

Les principales mauvaises herbes du site expérimental étaient: *Ormenis mixta*, *Emex spinosa*, *Rumex bucephalophorus*, *Raphanus raphanistrum*, *Reseda alba*, *Bromus rigidus* et *Cynodon dactylon*. Parmi les traitements testés, Gésatop + Treflan (simazine + trifluraline) a été le plus efficace. Tribunil (métabenzthiazuron) a été initialement le plus efficace, mais d'action moins durable que le Gésatop. La combinaison de Gésatop (simazine) + Gésaprim (atrazine) était moins efficace que Gésatop seul ou combiné avec Treflan et nettement phytotoxique pour la culture. Egalement phytotoxique et moins efficace était Karmex (diuron) seul et en combinaison avec Treflan.

Aucun traitement n'a été efficace contre la graminée vivace *Cynodon dactylon*. A la récolte, même les meilleurs traitements étaient assez envahis par les mauvaises herbes à germination tardive, notamment *Ormenis mixta*, *Chrysanthemum segetum*, *Anacyclus radiatus* et *Reseda alba*.

Tableau 24: Effet de désherbage chimique sur le développement et le rendement en grains de *Lupinus albus*.

Traitement (l ou kg/ha)	Pré- semis	Post- semis	Install. pl./m ² 14/1	Recouvrem. mauv.herb. % 9/3	Rendement grain(qx) (31/5)
1. Témoin			15 ns	50 a	7,8 bc
2. Désherbage manuel			15	19 c	13,5 ab
3. Gésatop 1,5	x		15	11 d	7,1 c
4. Gésatop 1,5		x	17	9 de	12,9 abc
5. Gésatop 1,5 + Treflan 1,5	x		14	7 e	13,3 ab
6. Gésatop 1,5 + Treflan 1,5		x	16	6 e	15,5 a
7. Gésatop 0,75 + Gésaprim 0,75	x		12	13 d	6,9 c
8. Gésatop 0,75 + Gésaprim 0,75		x	15	12 de	9,5 abc
9. Karmex 1,5	x		15	12 de	11,9 abc
10. Karmex 1,5		x	15	14 cd	9,9 abc
11. Karmex 1,5 + Treflan 1,5	x		14	11 de	10,4 abc
12. Karmex 1,5 + Treflan 1,5		x	16	11 de	10,4 abc
13. Tribunil 3	x		15	27 b	8,9 bc
14. Tribunil 3		x	17	14 cd	9,4 abc

En pratique, on conseille d'utiliser Gésatop en post-semis, suivi ou non, selon l'infestation par des graminées annuelles, d'un traitement avec Fusilade (fluazifopbutyl) en post-levée. Vu les possibilités minimales de désherber les dicotylédones en post-levée, il faut réserver aux lupins les parcelles les moins infestées et régulièrement cultivées dans une rotation triennale (voir tableau 3).

Désherbage de *Dactylis glomerata*

D'un intérêt plutôt théorique est le test de tolérance au diuron en vue d'un désherbage des annuelles dans des peuplements de *Dactylis* à partir de la deuxième année, qui a été exécuté dans un peuplement en deuxième année, semé en novembre 1987, en employant les doses 0 - 0,4 - 0,8 - 1,2 et 1,6 kg Karmex/ha. D'après cet essai, la dose à conseiller se situe à 1 kg Karmex/ha. Toutefois, un herbicide pour la 1ère année, qui permettrait une installation adéquate de *Dactylis* sans désherbage mécanique, n'a pas été identifié. Pour cette raison, la culture de *Dactylis* n'a pu être poursuivie malgré son potentiel de rendement élevé à partir de la deuxième année, une haute valeur fourragère et une excellente adaptation écologique.

Autres techniques culturales

Date de coupe des cultures d'ensilage

L'UREO s'est fixée pour objectif de conserver 20 % des besoins en UF sous forme d'ensilage. Pour respecter approximativement la date de coupe optimale laiteux-pâteux avec un parc de machines restreint, un échelonnement de la précocité du matériel végétal est nécessaire. Cela est faisable, même sans disposer d'une gamme de variétés adéquates, en exploitant les différences de précocité entre espèces et par l'étalement des semis. Au niveau de l'espèce, la précocité diminue chez les variétés disponibles de céréales fourragères et leurs légumineuses associées dans le sens:

orge	-	triticale	-	avoine resp.
pois	-	<i>Vicia sativa</i>	-	<i>V. villosa</i>

Un essai orientatif a été réalisé pour démontrer l'évolution du rendement des céréales fourragères avoine, orge et seigle, surtout utilisées au début à l'UREO (tableau 25). Bien que la variabilité élevée de cet essai et les interactions avec les conditions météorologiques défavorables masquent partiellement l'augmentation normale jusqu'au stade laiteux-pâteux du rendement en MS et en UF, les résultats montrent néanmoins que le stade de coupe optimal laiteux-pâteux de ces trois céréales fourragères diffère de 3 à 4 semaines. Ceci ainsi que l'échelonnement de la date de semis permettent d'étaler suffisamment les travaux du chantier d'ensilage. La coupe au stade laiteux-pâteux permet de réduire les pertes au maximum avec le silo-fosse utilisé à l'UREO.

La coupe à un stade plus précoce produirait une valeur alimentaire supérieure mais un rendement plus réduit en MS et plus de pertes durant le processus d'ensilage, sauf si l'on augmente la teneur en MS, par exemple par pré-fanage ou addition de son (Rondia *et al.* 1985).

Tableau 25: Evolution du rendement en MS et en UF des céréales fourragères (1984/85).

Stade	Espèce	Date	Rendement		MS (%)
			MS (t/ha)	UFL/ha*	
deux noeuds	Seigle **	13/2	1,34	1340	19,5
un noeud	Orge	13/2	1,22	1190	17,9
un noeud	Avoine	13/2	0,63	640	16,7
fin épiaison	Seigle	9/3	4,26	3400	24,1
déb. "	Orge	15/3	3,06	2630	22,7
déb. "	Avoine	28/3	6,16	5660	25,4
déb. floraison	Seigle	15/3	4,85	3300	24,9
déb. "	Orge	28/3	4,30	3010	32,7
laiteux	Avoine	15/4	6,93	4640	34,4
pâteux	Seigle	4/4	5,84	3850	42,0
pâteux	Orge	15/4	3,93	2710	41,7
pâteux	Avoine	3/5	7,03	4430	42,6

* calculé selon Jarrige (1980)

** seigle 'Petkus', orge '071', avoine 'INRA 153'

Date de coupe des *Medicago spp.* annuelles

Pour caractériser la croissance des *Medicago spp.* annuelles au cours de la période de végétation et l'évolution de sa valeur alimentaire, un essai a été exécuté durant la campagne 1985/86 en collaboration avec Mlle Taaroufi (1986), en utilisant pour le semis le mélange variétal habituel (12 kg/ha *M. littoralis* 'Harbinger', 3 kg/ha *M. truncatula* 'Cyprus' et 3 kg/ha *M. tornata* 'Tornafeld') et en prélevant des échantillons à intervalles réguliers à partir du 6/2 (tableau 26).

Tableau 26: Evolution du rendement et de la valeur alimentaire de *Medicago spp.* annuelles* (1985/86).

Date de coupe	Stade moyen	Rendement (MS t/ha)	Croissance période (kgMS/ha/jour)	MO dig. in vitro (%)
6/2	végétatif	0,28 e	4	76
26/2	floraison	1,51 d	61	72
20/3	floraison	3,25 c	79	68
8/4	floraison	7,16 b	206	65
30/4	chute gousses	8,92 a	80	54
13/6	mort**	7,94 ab	- 22	40
18/9	mort	7,34 b	- 6	43

* mélange (kg/ha) de 'Harbinger' (12), 'Cyprus' (3) et 'Tornafeld' (3)

** essentiellement tiges + gousses

Le rendement augmente lentement en hiver et rapidement au printemps; la croissance maximale se produit fin mars/début avril avec plus de 200 kg MS/ha/jour (tableau 26). En prairies régénérées à densité de peuplement substantiellement plus élevée, la proportion de la croissance hivernale est toutefois plus importante (voir tableau 20).

Le rendement de l'essai cité (tableau 26) de presque 9 t MS/ha est plus élevé que d'habitude, à cause de la pluviométrie bien répartie de la campagne 1985/86 et un entretien permanent. Après la chute des gousses et des feuilles, le rendement (matériel végétal mort) baisse, car les feuilles ne sont plus retenues. Le taux de cette diminution est toutefois faible à cause du temps continuellement sec de l'été. Sous pâturage par contre, la quantité du matériel végétal mort diminue rapidement suite à la consommation des moutons et par piétinement.

Très élevée au stade végétatif et encore relativement élevée pendant la floraison, la digestibilité de la MO baisse le plus rapidement entre fin floraison et chute des gousses; ensuite elle ne couvre plus les besoins d'entretien. La digestibilité du fourrage sec effectivement consommé pendant le pâturage ne peut pas être déduite de ces chiffres.

AGRO-ÉCOLOGIE DES PRAIRIES À *MEDICAGO SPP.* ANNUELLES

La production et le maintien d'un stock suffisant de semences constituent la pierre angulaire de la réussite de la culture des prairies à *Medicago spp.* annuelles. Nous axons donc la discussion de nos résultats sur l'agro-écologie des prairies à *Medicago* en résumant une publication faite en 1992 (Jaritz et Benbrahim). Les données sur l'agro-écologie des prairies de Had Soualem et en particulier sur leur composition et évolution botanique seront également résumés (voir Jaritz 1990).

A l'UREO Had Soualem, on a produit une moyenne de 306 kg/ha de semences au cours de l'année de l'installation sur les 467 ha semés entre 1982 et 1987 avec les extrêmes de 165 et 547 kg/ha. Quant aux prairies régénérées, environ 200 kg/ha de semences étaient disponibles au début de l'automne. Cela suffit pour continuer une phase prairiale dans un système de ley farming triennal et quadriennal. Par contre, les quantités de semences qui subsistent à la fin de l'été au cours d'une phase culturale, soit 50-100 kg/ha, dont à peine la moitié se trouvent à une profondeur convenable pour la germination; sont suboptimales et ne permettent que la régénération des prairies moyennes.

Aussi, la pratique de l'exploitation habituelle ne convient pas pour un ley farming biennal et entraînera l'épuisement rapide du stock de semences, à la suite d'une production plus faible et une consommation croissante des gousses pendant la phase pastorale et du faible taux de survie des semences pendant la phase culturale.

En effet, le travail du sol est une des principales causes de la réduction du stock de semences disponibles. Dans un essai concernant le travail du sol et relatif à l'influence du labour sur la répartition verticale des gousses, on a confirmé l'intérêt du travail superficiel pour conserver le maximum de semences dans une profondeur convenable pour la levée. Par rapport à la quantité initiale de semences, nous avons trouvé dans les premiers 6 cm du sol les pourcentages suivants:

covercroppage normal	66 b
covercroppage superficiel	70 b
charrue à disque et covercroppage	51 c
scarifiage superficiel	77 a.

Une fois stockée au sol, la proportion des semences conservées dépend du niveau de leur dureté qui baisse à Had Soualem de *M. truncatula* 'Cyprus' à *M. littoralis* 'Harbinger' et *M. polymorpha* 'population locale'. Nous avons ainsi trouvé dans un essai en pots à la fin d'une phase culturale pour *M. polymorpha*, *M. littoralis* et *M. truncatula* des pertes respectivement de 49 %, 38 % et 16 % par rapport aux quantités initiales de graines.

La quantité de semences produite dans une prairie donnée dépend - abstraction faite du type d'assolement - essentiellement de la densité de plants de *Medicago* installés, de la gestion du pâturage et du contrôle des mauvaises herbes. Au cours de l'été, le stock de semences diminue sous l'influence du pâturage d'environ 17 % selon nos chiffres, à cause de l'enfouissement généralisé des gousses par piétinement dans le sol sableux meuble. Néanmoins, le pâturage estival modifie les proportions pondérales en faveur de *M. littoralis* à petites gousses au détriment de *M. truncatula* et *M. polymorpha*. Nous avons par exemple observé l'évolution des proportions des gousses des 3 espèces suivantes entre mai et début octobre:

<i>M. littoralis</i> 'Harbinger'	de 73 % à 82 %
<i>M. truncatula</i> 'Cyprus'	de 15 % à 10 %
<i>M. polymorpha</i> 'pop. locale'	de 12 % à 8 %.

Plus importantes que les pertes de semences en été sont celles observées de début octobre à mi-hiver, à la suite d'un pâturage particulièrement intense des parcelles réservées à la culture. Nous prévoyons à l'UREO la perte approximative des 2/3 des semences durant la phase culturale par rapport à la quantité présente à la fin de la phase prairiale, début octobre. Ces pertes se répartissent approximativement comme suit:

- 35-40 % dues à la dureté trop faible des semences
- 25-30 % dues au pâturage intensif fin automne
- 30-50 % dues au stockage trop profond, suite au labour.

Abstraction faite de l'année du semis où la composition botanique reflète surtout la maîtrise des techniques d'installation, celle-ci est étroitement liée au stock de semences disponibles. En effet, on a mis en évidence une relation significative entre la quantité totale de semences de *Medicago spp.* présentes début automne et leur installation début décembre ($r = 0,85^*$).

La proportion de *Medicago* dans la biomasse totale a diminué en 2ème année et après culture par rapport à l'année d'installation à respectivement 35 et 42 % pour atteindre 50 % en 4ème année (tableau 27). *Emex* et les autres herbes ont eu leur plus forte proportion en 2ème année ainsi qu'après culture et ont diminué substantiellement en 3ème et 4ème année. Les graminées ont tendance à augmenter avec l'âge de la prairie et atteignent leur plus faible proportion en 1ère année ainsi qu'après culture. La baisse de la proportion d'*Emex*, parallèlement à l'âge croissant du pâturage, associée à l'augmentation de la proportion des graminées, peut être renforcée par un désherbage chimique. Ceci a des implications pratiques pour l'amélioration de la gestion des prairies.

Tableau 27: Composition botanique moyenne des prairies à *Medicago spp.* annuelles au début printemps en fonction de l'âge des prairies (% estimé de la MV).

Année	1	2	3	4	1 après culture
N° d'ha observés	228	208	143	27	86
<i>Medicago spp.</i> et autres légumineuses	64	35	50	49	42
Graminées	17	26	24	38	17
<i>Emex spinosa</i>	9	17	9	5	27
Autres herbes	20	22	17	8	14

On en conclut que la gestion des prairies à *Medicago spp.* annuelles à l'UREO Had Soualem convient au ley farming triennal et quadriennal, mais non au ley farming biennal.

La transition vers le ley farming biennal nécessitait:

- une réduction de la charge globale,
- une réduction du pâturage pendant les périodes critiques de la floraison et fin automne,
- un ressemis de préférence des variétés à petites gousses et fort pourcentage de graines durées et
- un travail du sol plus superficiel.

APPLICATIONS AU NIVEAU DE L'EXPLOITATION

Notre programme expérimental à l'UREO Had Soualem a été orienté dans son ensemble vers les applications pratiques et a été exécuté, dans la mesure du possible, parallèlement en petites et grandes parcelles. Néanmoins, on peut classer les essais en différents types, selon le degré d'application au niveau de l'UREO, des résultats expérimentaux obtenus:

- A. Essais dont les résultats peu probants ne permettent pas leur application pratique,
- B. Essais orientés vers l'approfondissement des connaissances dont les résultats ne deviennent applicables qu'après une interprétation assez étendue,
- C. Essais dont les résultats sont directement applicables.

A la catégorie A. appartiennent par exemple:

- la fertilisation phosphoro-potassique de la jachère (pp. 175-6),
- le semis aérien (pp. 182-3) et
- les techniques culturales de *Dactylis glomerata* (pp. 202-5 et 211).

La catégorie B. comprend les études sur:

- la détermination de la biomasse des arbustes fourragers (pp. 186-8),
- la densité du semis de *Medicago spp.* annuelles (pp. 202-5)
- la date de coupe de *Medicago spp.* annuelles (p. 213)
- l'agro-écologie des prairies à *Medicago spp.* annuelles (p. 214) et

- l'étude de performance zootechnique des ovins sur prairies à *Medicago spp.* annuelles.

Quant à la catégorie C., elle englobe la plupart des essais. L'application de leurs résultats peut être nulle, occasionnelle, partielle ou régulière (tableau 28). Nous résumons par la suite très brièvement des résultats plus ou moins appliqués en prenant le tableau 28 comme référence. Concernant la vocation culturale, le tableau 3 synthétise l'état des connaissances des conditions édaphiques et les résultats des essais d'adaptation et des tests réalisés au niveau de l'exploitation. Ainsi, pour les principales cultures, les espèces et variétés suivantes peuvent être recommandées:

Cultures à grain:	blé tendre 'Potam' triticale 'Beagle', 'Juanillo', 'Triticore' avoine 'Avon' lupin 'Multilupa', 'Kiev Mutant'
Cultures d'ensilage:	orge, pois-orge pois-triticale, vesce-triticale avoine, vesce-avoine
Cultures pastorales:	<i>Medicago littoralis</i> 'Harbinger', <i>M. polymorpha</i> 'Santiago', <i>M. tornata</i> 'Tornafeld', <i>M. truncatula</i> 'Cyprus' et 'Parabinga' <i>Lolium rigidum</i> 'Wimmera' <i>Ehrharta calycina</i> 'Mission'
Arbustes fourragers:	<i>Atriplex nummularia</i> , <i>A. halimus</i> , <i>Acacia cyanopylla</i>

Il est important de noter l'élimination ou la réduction de la culture des céréales pâturées et de l'orge à grain, couramment pratiquée dans le passé récent.

L'amélioration des jachères a porté principalement sur leur transformation en peuplements graminéens par une fertilisation phosphoro-azotée, combinée à un désherbage chimique anticotylédone (voir chap. Fertilisation phosphoro-azotée et désherbage chimique des herbes dicotylédones). Quant aux sites non arables, on a procédé à la plantation d'arbustes fourragers, mais sans beaucoup de succès (voir chap. Plantation d'arbustes fourragers).

Tableau 28: Aperçu sur l'adoption des résultats d'expérimentation dans la pratique de l'UREO Had Soualem.

Thème et sous-thème	Application			
	nulle	occasi- onnelle	parti- elle	réguli- ère
1. Vocation culturale et occupation du sol			x	
2. Amélioration de la jachère - Fertilisation phosphoro-azotée et dés herbage chimique antidicotylédone	x			
3. Amélioration des sites non arables - Mise en défens - Emploi des herbicides - Plantation d'arbustes fourragers	x	x x		
4. Choix des espèces et variétés - Cultures à grains - Cultures fourragères à conservation - Cultures pastorales			x x	x
5. Techniques culturales - Fertilisation - Installation avec plante-abri - Densité de semis - Dés herbage des prairies à Medicago - Dés herbage des lupins - Date de coupe des cultures d'ensilage - Règles d'installation des prairies - Règles d'exploitation des prairies		x	x x x x	x x x

Les résultats des techniques culturales ont été en général mieux appliqués, mais à des degrés divers selon les sujets.

En matière de fertilisation, l'expérimentation a fourni une orientation convenable pour les principales cultures (tableau 16) qui prend aussi en considération l'approvisionnement du sol et les exportations moyennes des cultures.

En vue de l'installation des prairies à *Medicago spp.* annuelles, l'emploi du seigle ou de l'orge comme plante-abri a été étudié et régulièrement appliqué (voir chap. Intérêt de la plante-abri). Concernant le semis des céréales fourragères, l'importance du PMG et de la capacité de tallage pour la dose de semis a été mise en évidence pour l'avoine et le triticale (voir chap. Densité de semis).

Quant au désherbage des prairies à *Medicago spp.* annuelles, le contrôle d'*Emex* et des chardons par Asulox + MCPA respectivement par Asulox + Basagran M a été mis au point en petite et grande parcelle, et pour le désherbage des lupins l'emploi de Gésatop + Fusilade a été mis en évidence (voir chap. Désherbage).

Concernant le stade de coupe des cultures d'ensilage, l'expérimentation a confirmé l'option de la pratique de couper au stade laitieux-pâteux, qui est un compromis convenable entre rendement en UF et pertes moyennes en silo-fosse utilisé (voir chap. Date de coupe des cultures d'ensilage).

Les utilisateurs ont mis en pratique après une phase d'adaptation des recommandations techniques pour l'année d'installation des prairies à *Medicago spp.* annuelles élaborées sur la base des résultats des essais. Il s'agit de la date de semis, de la composition du mélange de semis, de l'utilisation d'une plante-abri et de la maîtrise des mauvaises herbes.

Cela a été moins le cas pour la conduite technique des prairies régénérées où subsistent des imperfections, notamment dans la maîtrise de la charge, le contrôle des mauvaises herbes et le labour en phase culturale; ce qui a pour conséquence la non-durabilité du ley farming biennal. Cependant, l'exploitation habituelle de l'UREO est compatible avec un ley farming triennal ou quadriennal.

Au niveau de la ferme, la performance suboptimale des prairies graminéennes à *Ehrharta* et *Lolium rigidum* est due partiellement à une faible maîtrise de la fertilisation azotée et également à des facteurs écologiques (voir chap. Graminées pastorales).

SYSTEME FOURRAGER

Nous discutons ici le rapport entre la production végétale et l'alimentation du cheptel. En prenant comme point de départ la vocation culturale (tableau 3) et les rendements moyens réalisables dans les conditions actuelles, la production annuelle à l'UREO Had Soualem pourrait être d'environ $2,4 \times 10^6$ UF (tableau 29). En supposant qu'environ 80 % de la production céréalière, soit environ 596×10^3 sur un total de 746×10^3 UF, seront vendus et l'équivalent de 20 % sera importé sous forme d'aliments concentrés à prix relativement bas (mélasse, pulpe sèche de betterave, son, etc.) on obtiendrait la répartition de différentes ressources fourragères suivante:

Grains, concentrés et mélasse	361.230 UF	soit	18,3 %
Pailles	152.708 UF	"	7,7 %
Ensilages	408.200 UF	"	20,6 %
Pâturages	1.057.500 UF	"	53,4 %
Total	1.979.638 UF	"	100,0 %

Ces ressources permettraient l'alimentation d'environ 4900 UZO à raison de 400 UF/UZO/an. Dans la pratique actuelle, cette charge n'est pas possible car une partie substantielle mais difficilement quantifiable des ressources fourragères, notamment des pâturages est utilisée par l'élevage privé plus ou moins toléré et par le pâturage clandestin. Ceci devra être pris en considération en prévoyant une marge de sécurité si l'on veut fixer la charge réellement possible.

Tableau 29: Estimation du potentiel actuel des productions annuelles à l'UREO Had Soualem.

Ressources fourragères	Sur- face	Production			
		par ha		totale	
		grains (qx)	paille (t)	UF	
Cultures à grains					
blé tendre	133	16	3,2	2.960	393.680
triticale	174	16	3,2	2.900	504.600
lupin	45	13		1.400	63.000
Cultures d'ensilage			(t MV)		
avoine	40		19	2.850	114.000
pois-triticale	40		15,5	2.295	91.800
vesce-triticale	40		16,5	2.425	97.000
vesce-avoine	40		18	2.635	105.400
Cultures pâturées					
vesce	70			2.100	147.000
Déprimage d'avoine et de triticale	40 174			350 250	14.000 43.500
Chaumes des cultures à grains et d'ensilage	512			150	76.800
Prairies à Medicago spp. annuelles	407			1.600	651.200
Parcours non arables	250			500	125.000
Total					2.426.980

Quelque soit la charge, le système d'élevage de l'UREO de 3 agnelages en 2 ans oblige à maintenir les brebis durant toute l'année en bon état (Bouamar 1987). Comme la période de soudure dure presque 7 mois et que la

variabilité de la pluviométrie entraîne des fluctuations interannuelles de la production végétale, le système d'alimentation doit être assuré d'une façon souple. Cette souplesse peut être atteinte par deux voies:

- a) en disposant de stocks d'aliments relativement importants (env. 45 %) sous forme de concentrés, pailles et ensilages et
- b) en intégrant en année difficile les grains céréaliers normalement prévus à la vente, dans le système d'alimentation.

Au cours d'années de sécheresse, comme en 1991/92, la réduction de la charge globale devient néanmoins inévitable.

Afin de réduire les frais d'alimentation, il serait envisageable d'augmenter au-delà de 53,4 % du bilan alimentaire la part des pâturages qui offre les UF les moins chères, en améliorant les sites non arables avec des plantations d'arbustes fourragers qui fournissent une bonne partie de leur production en période de soudure (voir chap. Plantation d'arbustes fourragers). Des changements substantiels des proportions entre les différentes ressources fourragères en faveur des pâturages ne sont cependant possibles que par l'augmentation de la part des prairies dans l'occupation du sol.

En année normale, les brebis ont du pâturage vert à partir de décembre jusqu'à mi-mai et pendant la période de soudure du pâturage sec. Elles sont supplémentées en période de soudure et selon les besoins de leur stade physiologique par aliment liquide, ensilage, concentré et paille. Les agneaux des agnelages de décembre/janvier et mars/avril suivent leurs mères sur les pâturages, ceux de l'agnelage d'août/septembre par contre restent en bergerie où ils reçoivent le lait de leurs mères le soir en plus du concentré donné à volonté.

REMERCIEMENTS

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

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anonyme (1972). Etudes de terrain pour les complexes de Had Soualem et de Sidi Bennour Royaume du Maroc. Romania-Romagrimex, 44 p., manusc. ronéot.
- Bätke, C. (1987). Pillierung von Futterpflanzen zur Verbesserung unbearbeiteter Hutungsflächen in Marokko durch Aufsaat. Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen 29, TRIOPS-Verlag, Langen.
- Bätke, C. (1990). L'enrobage de semences pour l'amélioration des parcours non arables par semis aérien au Maroc. *Al Awamia* 74, 56-75.
- Bätke, C. (1992). Amélioration de la jachère par fertilisation et désherbage. *Al Awamia* 79, 125-44.
- Bouamar, B. (1987). Eléments micro-économiques d'alimentation des ovins dans les unités de la SNDE. *Al Awamia* 62, 17-27.
- Cremer-Bach, M. (1992). Verbreitung und Eigenschaften annueller *Medicago spec.* Ökotypen in Marokko. Diss., Universität Gießen.
- Jaritz, G. (1982). Had Soualem. Dans: INRA/GTZ, Station Centrale des Plantes Fourragères. Rapport Annuel, pp. 74-89, Rabat, manusc. ronéot.
- Jaritz, G. (1983). Had Soualem. Dans: INRA/GTZ, Station Centrale des Plantes Fourragères. Rapport Annuel, pp. 177-99, Rabat, manusc. ronéot.
- Jaritz, G. (1984). Had Soualem. Dans: INRA/GTZ, Station Centrale des Plantes Fourragères. Rapport Annuel, pp. 163-85, 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). Had Soualem. Dans: INRA/GTZ, Station Centrale des Plantes Fourragères. Rapport Annuel, pp. 135-51, 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 Had Soualem. 16èmes Journées de l'ANPA, Rabat, doc. ronéot., 14 p.
- Jaritz, G. (1986 b). Had Soualem. Dans: INRA/GTZ, Station Centrale des Plantes Fourragères. Rapport Annuel, pp. 139-58, Rabat, manusc. ronéot.
- Jaritz, G. (1987). Had Soualem. Dans: INRA/GTZ, Station Centrale des Plantes Fourragères. Rapport Annuel, pp. 141-61, Rabat, manusc. ronéot.
- Jaritz, G. (1988). Région El Jadida. Dans: INRA/GTZ, Programme Fourrages. Rapport Annuel, pp. 166-79, Rabat, manusc. ronéot.
- Jaritz, G. (1989). Région El Jadida. Dans: INRA/GTZ, Programme Fourrages. Rapport Annuel, pp. 125-39, Rabat, manusc. ronéot.
- Jaritz, G. (1990 a). Région El Jadida. Dans: INRA/GTZ, Programme Fourrages. Rapport Annuel, pp. 105-29, Rabat, manusc. ronéot.
- Jaritz, G. (1990 b). Etudes agro-écologiques des prairies à *Medicago spp.* annuelles et des jachères pâturées de l'UREO Had Soualem. *Al Awamia* 74, 19-32.
- Jaritz, G. (1991). Dans: INRA/GTZ, Programme Fourrages. Rapport Annuel, pp. 171-8 et 189-91, Rabat, manusc. ronéot.
- Jaritz, G. et Benbrahim, N. (1992). Bilan de semences des prairies à *Medicago spp.* annuelles à Had Soualem. *Al Awamia* 79, 153-66.
- Jarrige, R. (Ed., 1980). Alimentation des Ruminants. INRA, Versailles.
- 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. 175-86.
- Mill, E. (1988). Région El Jadida - sites non arables. Dans: INRA/GTZ, Programme Fourrages. Rapport Annuel, pp. 185-91.
- Mill, E., Knemeyer, J., Matter, H.E. et Steinbach J. (1988). Methodische Ansätze zur Bestimmung des Nährstoffangebotes der verschiedenen Vegetationsebenen im nördlichen und südlichen Afrika. Gießener Beiträge zur Entwicklungsforschung, Reihe I, 17, pp. 113-23.
- Oram, R.N. (Ed.) (1990). Register of Australian Herbage Cultivars. CSIRO, Melbourne.
- Plancquaert, P. (1988). Le lupin blanc doux protéagineux. Inst. Techn. des Céréales et des Fourrages, Paris.
- Rondia, G., Deker, A., Jabari, M. et Antoine, A. (1985). Projet Ferme Modèle Frétissa, Rapport Final. Min. Agric. Tunisie et Admin. Gén. Coopération au Développement Belge. Geomaere, Bruxelles, 389 pp.
- Smith, K., Simons, I. and Kloot, P. (1978). A guide to herbicides for weed control in annual medic and subterranean clover seed crops. Dep. Agric. South Australia, fact sheet.
- SNDE (1978). Unité Régionale d'Elevage Ovin de Had Soualem, Etude Technique et Economique, 65 p., Rabat, manusc. ronéot.
- SNDE, UREO Had Soualem (1985). Rapport Technique, Campagne 1983-84, 23 p., Rabat, manusc. ronéot.
- SNDE, UREO Had Soualem (1986). Rapport Technique, Campagne 1984-85, 18 p., Rabat, manusc. ronéot.
- SNDE, UREO Had Soualem (1988). Rapport Technique, Campagne 1986-87, 26 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 (1991). Rapport Technique, Campagne 1989-90, 29 p., Rabat, manusc. ronéot.
- Taaroufi, A. (1987). Production, valeur nutritive et exploitation des prairies à base de *Medicago* par les ovins dans l'UREO de Had Soualem (SNDE). Mémoire de 3ème cycle, IAV, Rabat.
- Thami-Alami, I. (1988). Essai d'inoculation de *Medicago spp.* à Had Soualem. Dans INRA/GTZ, Programme Fourrages, Rapport Annuel, pp. 256-7, Rabat, manusc. ronéot.
- Thami-Alami, I. (1991). Essai variétaux de lupin. Dans: INRA/GTZ, Programme Fourrages. Rapport Annuel, pp. 89-92, Rabat, manusc. ronéot.
- Thomson, E.F. and Bahhady, F. (1988). On-farm forage and grazing trials at El Bab. In: ICARDA Pasture, Forage and Livestock Program, Annual Report, pp. 184-9.
- Weiss, P.W. (1980). Germination, reproduction and interference in the amphicarpic annual *Emex spinosa* (L.) Campd., *Oecologia* **45**, 244-51.