

# INVENTAIRE DES TRAVAUX DE RECHERCHE RÉALISÉS SUR LE LEY FARMING

C. AL FAIZ & I. THAMI-ALAMI

## 1. INTRODUCTION

Ce document est le résultat d'un travail de dépouillement de toutes les opérations de recherche effectuées par l'INRA sur le Ley Farming. Toutefois, il ne reprend pas les informations en détail qui peuvent être consultées dans les rapports d'activité du Programme Fourrages.

Les résultats présentés sont le fruit de 7 années de recherche (1982 à 1988) auquel bon nombre de chercheurs et techniciens ont contribué. Seuls les résultats jugés d'intérêt pratique ont été pris en considération.

Il faut souligner que c'est en grande partie grâce à la coopération technique allemande que se sont développées et qu'ont été réalisées les recherches sur le ley farming à l'INRA.

Le système ley farming (ley = prairie) est une rotation entre une céréale et une prairie à base de légumineuse annuelle. Ce système, qui intègre céréaliculture et élevage, a été adopté et développé surtout en Australie depuis les années 30. Bien plus tard, un certain nombre de pays homoclimatiques d'Afrique du Nord et du Moyen Orient ont tenté son introduction. Au Maroc le système ley farming peut être envisagé étant donné sa similarité édapho-climatique avec l'Australie. Ce fut l'idée qui était à l'origine du lancement des travaux de recherche à l'INRA, entamés à partir de 1980/81. La stratégie de départ a été de voir si le système s'adapte techniquement aux conditions marocaines.

## 2. MÉTHODES

La première étape consistait à définir les principaux thèmes de recherche et les zones (et sites) d'expérimentation. Concernant les thèmes, le choix d'espèces et de variétés et

la conduite culturale ont été abordés. Pour ce qui est du choix des sites, un certain nombre de localisations dans des zones jugées potentielles pour l'adoption du système ley farming ont été retenues (tableau 1). La démarche suivie a été l'installation d'essais à la fois en parcelles expérimentales et dans des fermes suffisamment grandes, ayant un niveau relativement bon dans la maîtrise de l'élevage pour des tests au niveau de l'exploitation (voir paragraphe 3.4.).

Tableau 1. Sites expérimentaux

Site expérimental	Précipitations (mm)	Tmax (°C)	T min (°C)	Q*	Bioclimat
Zouada (Larache)	724	32,1	6,5	97	Subhumide à hiver doux
Tanger	668	28,9	8,6	113	Subhumide à hiver chaud
Douyet	545	35,8	4,3	59	Semi-aride supérieur à hiver tempéré
Oulmès	771	31,8	2,4	90	Subhumide à hiver doux
Sidi Aissa (Ifrane)	675	33,0	1,8	74	Subhumide à hiver frais
El Koudia	481	29,8	6,3	70	Subhumide à hiver doux
Merchouch	474	32,2	5,0	60	Semi-aride supérieur à hiver doux
Had Ghoualem	433	35,6	4,0	47	Semi-aride supérieur à hiver tempéré
Had Soualem	371	27,3	6,8	62	Semi-aride supérieur à hiver doux
Chtouka (El Jadida)	343	29,5	5,3	49	Semi-aride moyen à hiver doux
Settat (Sidi El Aydi)	340	36,1	5,4	37,8	Semi-aride à hiver doux

\*Q = indice pluvio-thermique d'après Emberger 2000.  $P / (M^2 \cdot m^2)$ ,  
P en mm, M et m en °Kelvin

### 3. RÉSULTATS

#### 3.1. Choix des espèces et variétés

L'acclimatation des espèces de *Medicago* et de trèfle ne devrait en principe pas poser de problèmes vu qu'un certain nombre d'entre elles poussent déjà à l'état spontané au Maroc. La question était donc de savoir si les variétés australiennes s'adapteraient au Maroc. Un certain nombre d'essais, de choix d'espèces et de variétés ont été réalisés chaque année sur différents sites. La presque totalité des cultivars provenaient d'Australie.

Les essais variétaux occupaient et occupent encore une part importante dans le programme de recherche (fig. 1 et 2).

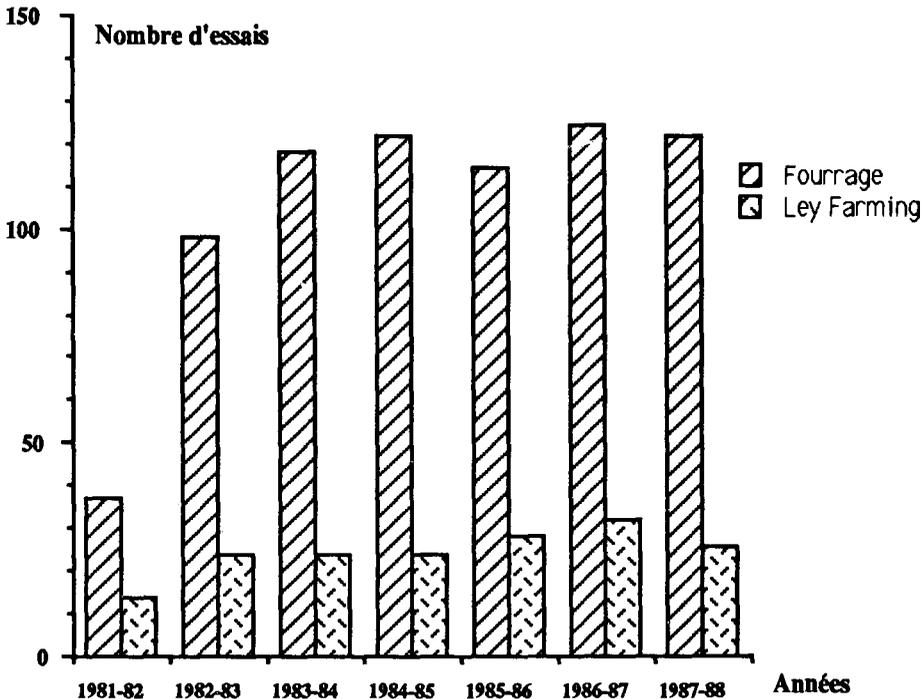


Figure 1. Part du ley farming dans le programme fourrage

Le bilan de ces années de recherche se présente comme suit:

- Les premiers essais de comportement ont d'abord permis de constater que le matériel végétal pousse, nodule plus ou moins, fleurit et donne des graines capables de régénérer la culture à l'automne suivant.
- Les essais de choix d'espèces et de variétés ont montré que certaines variétés sont assez bien adaptées aux conditions édapho-climatiques des différents sites sur lesquels elles ont été testées. Le tableau 2 récapitule les principaux résultats tirés des 7 années de recherche sur l'adaptation des espèces et variétés. Rappelons à ce propos que c'est sur la base de ces résultats qu'ont été choisies les espèces et variétés à vulgariser pour l'opération ley farming.

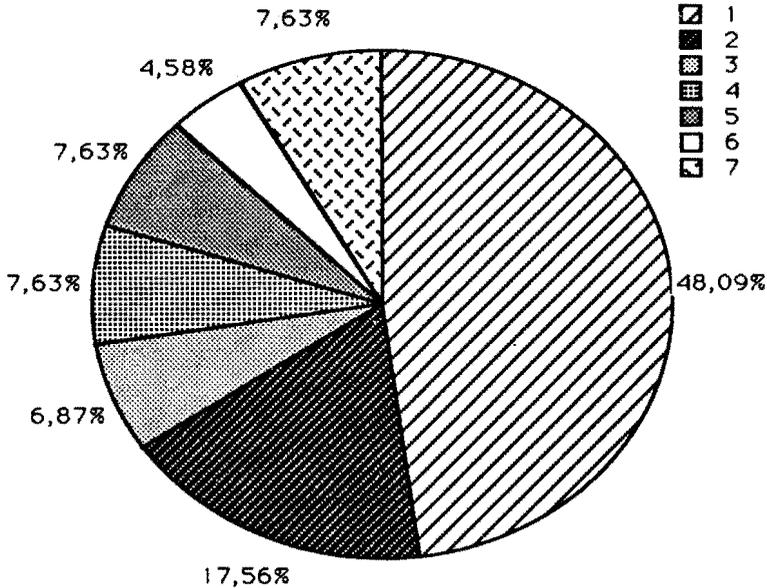


Figure 2. Répartition des thèmes

1. Choix des espèces/variétés; 2. Fertilisation; 3. Techniques de semis; 4. Désherbage chimique; 5. Inoculation; 6. Assolement; 7. Application

- Le réseau d'expérimentation n'est pas suffisamment dense, si bien que toute la gamme édapho-climatique du Maroc n'est pas encore couverte, telles par exemple les zones d'altitude où le matériel australien présente un intérêt limité.
- Outre le choix de quelques espèces et variétés, les essais ont mis en évidence des problèmes où la gamme variétale disponible ne suffit pas, à savoir le manque de matériels adaptés aux cas spécifiques suivants (JARITZ, communication personnelle):
  - \* les sols alcalins argileux et hydromorphes rencontrés dans le Pré-Rif, les sables profonds et acides ;
  - \* les sols excessivement pauvres et acides rencontrés dans des sites comme Had Ghoualem (région de Rommani) ;
  - \* les sols types Chtouka (Région d'El Jadida) où Phoma et hydromorphie posent des problèmes d'adaptation aux *Medicago* et aux trèfles (tableau 2).

Ces problèmes ont ouvert une nouvelle phase de recherche qui consiste en la sélection de variétés à partir d'écotypes locaux. Ce thème sera développé respectivement par MATTHÄUS, CREMER-BACH et DARKAOUI dans leurs communications. Notons à ce propos le travail concernant la distribution des espèces de *Medicago* annuelles au Maroc en fonction des facteurs édapho-climatiques effectué par BOUNEJMATE dans le cadre de sa thèse d'État en Australie.

Tableau 2. Résultats des essais de choix d'espèces et variétés

Site/région	Pluviométrie	Caractéristiques et limitations agronomiques des sols	Espèces ou variétés adaptées
Fès (Douyet)	545 mm	Vertisols à texture limono-argileuse pH alcalin 7,2 à 7,5 en KCl	<i>M. scutellata</i> : Robinson, Snail, Sava <i>M. truncatula</i> : Jemalong, Cyprus
Rabat (Koudia)	481mm	Sols fersialitiques "Hamri"  Croûte de battance, structure compacte	<i>T. subterraneum</i> : Seaton Park <i>M. truncatula</i> : Jemalong <i>M. littoralis</i> : Harbinger
Had Soualem (UREO-SNDE)	371mm	Sols généralement sableux Capacité de rétention limitée Susceptibilité à l'érosion éolienne	<i>M. littoralis</i> : Harbinger <i>M. truncatula</i> : Cyprus <i>M. tornata</i> : Tornafiel
Chtouka (UREO-SNDE)	343mm	Sol vertique non calcaire  Texture limono-sableuse ou hymorphie	<i>M. polymorpha</i> : Circle valley, Serena <i>M. truncatula</i> : Cyprus
Rommani (Merchouch)	474 mm	Vertisols Faiblement acide dans sa couche superficielle Alcalin dans la couche inférieure	<i>M. truncatula</i> : Sapo, <i>M. truncatula</i> : Sapo, Borung, Cyprus <i>M. subterraneum</i> : Clare
Rommani (Had Ghoualem)	433mm	Limono-sableux, faible profondeur pH acide (5,5 en KCl)	<i>T. subterraneum</i> : Daliak, Nungarin et Seaton Park
Larache (UREB-SNDE)	724 mm	Sol sableux sur plancher, très acide hydromorphie, Structure déficiente, déficience en éléments minéraux	<i>T. subterraneum</i> : Seaton Park, Woogenellup Trikkala, Daliak, Nungarin
Tanger (NORAFRI-Tanger)	668 mm	Vertisol sur mame, pH neutre à légèrement alcalin, Hydromorphie	<i>T. subterraneum</i> : Clare
Settat (Sidi El Aydi)	340 mm	Vertisol avec agrégats calcaires pH alcalin	<i>M. truncatula</i> : Cyprus, Borung; <i>M. rugosa</i> : Parapento <i>M. scutellata</i> : Snail
Oulmès	771 mm	Texture limono-sableuse, argileux en profondeur, pH acide: 4,5 à 5,1 en KCl Sol battant	<i>T. subterraneum</i> : Clare, Woogenellup

### 3.2. Techniques culturales

En se basant sur l'expérience australienne en matière de conduite et techniques culturales, un certain nombre de techniques ont été adoptées, alors que d'autres ont fait l'objet d'expérimentations en tenant compte toutefois des résultats déjà acquis.

#### 3.2.1. *Technique de semis*

Il ressort des différents essais ( tableau 3) réalisés sur les doses et les techniques de semis que l'augmentation de la dose de semis (à partir de 20 jusqu'à 200 kg/ha) est importante pour une meilleure installation et une bonne production hivernale.

Le semis superficiel s'est soldé par un échec dans la plupart des cas où il a été tenté. Le semis avec plante-abri a , par contre, permis une meilleure installation à Had Soualem où l'érosion éolienne compromettrait énormément la culture.

#### 3.2.2. *Fertilisation*

Une fertilisation azotée est en général à éviter vu qu'elle exerce un effet inhibiteur sur la fixation biologique d'azote. Cependant, dans certains sols, une faible quantité d'azote est parfois bénéfique pour démarrer la culture (effet "starter" ). Le tableau 4 résume les principaux résultats des doses optimales sur les différents sites d'essais.

Il ressort que sur certains sols acides où l'adaptation des *Medicago* et du trèfle s'avère difficile, un amendement avec de la chaux rend le site plus favorable.

#### 3.2.3. *Désherbage chimique*

Pour faire face au problème des adventices très répandues au Maroc, plusieurs herbicides ont été testés (2,4 D, Basagran, Fusilade, Asulam, Tribunil, MCPA, etc...).

Basagran M à la dose de 1,5 L/ha au stade 4 à 8 feuilles est le produit le plus efficace dans des prairies à base de *Medicago spp.* ou de trèfle souterrain

Néanmoins, certaines mauvaises herbes redoutables comme *Emex spinosa* ne peuvent être contrôlées qu'avec Asulox (asulame) seul ou associé à MCPA à raison de 2 à 3 litres par ha et en application précoce.

Signalons qu'un désherbage chimique ne peut être recommandé que pour la multiplication des semences ou lors d'installation de prairies sur des sites fortement infestés de mauvaises herbes.

Tableau 3. Techniques de semis

Thèmes	Sites	Objectifs	Résultats
Semis avec plantes abris (seigle)	Had Soualem	Érosion éolienne Pallier au problème de la non adaptation des semoirs existants	Rendement précoce élevé en MS Meilleur contrôle d' <i>Emex spinosa</i>
Doses de semis de <i>Trifolium subterraneum</i> et de <i>Medicago</i> spp	Zouada et Had Soualem Sidi El Aydi	Influence de la dose du semis sur le rendement hivernal	Importance des semis denses pour la production hivernale Rôle déterminant du rendement en semences
Doses de semis de trèfle et plantes abris	Oulmès	influence sur l'installation de prairie	Meilleure installation avec contrôle des mauvaises herbes obtenue avec les doses de 200 kg/ ha pour le trèfle et 25 kg/ha pour le seigle
Profondeur du semis	Sidi El Aydi	Effet sur la germination et la vigueur des plantules de <i>Medicago</i>	Profondeur optimale 3 à 4cm Influence du génotype
Semis aérien de <i>Medicago</i> spp sur sol non arable (semences nues et enrobées)	Had Soualem Sidi Aissa Assifane	Amélioration de sites non arables	Semis non réussi

Tableau 4. Résultats des essais de fertilisation

Régions	Caractéristiques édaphiques	Espèce	Fertilisation appliquée Kg/ Kg N- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - K <sub>2</sub> O -Ca O
Zouada	Fersiallitique, Sol sableux sur plancher argileux Très acide, hydromorphe Déficient en éléments minéraux, pH KCl 4,6 -4,1	<i>Trifolium subterraneum</i>	0 - 22,5 - 45 - (200 -10 000)
Oulmes	Argilo limoneux sur schistes armés de quartzite pH KCl 4,5 - 5,1	<i>Trifolium subterraneum</i>	0 - 85 - 30 -100
Had Ghoualem	Limono- sableux sur granite, pH KCl 5,5	<i>Trifolium subterraneum</i>	0- 80 - 80 - 0
EL Koudia	Fersiallitique, pH KCl 5,5-6	<i>Trifolium subterraneum</i>	0 - 80 - 40 - 0
Had Soualem	Sableux, faible capacité de rétention susceptible à l'érosion, pH KCl 6-7,2	<i>Medicago spp</i>	0 - 38 - 39 - 0
Chtouka	Sol vertique non calcaire limoneux, sableux en surface, hydromorphe, pH KCl 5,8-7	<i>Medicago spp</i>	0 - 30 - 0 - 0
Sidi El Aydi	Vertisol avec agrégats calcaires, pH KCl 7-7,5	<i>Medicago spp</i>	0 - 80 - 0 - 0
Fes	Vertisol à texture limono-argileuse, pH KCl 7,2	<i>Medicago spp</i>	0 - 45 - 0 - 0

### 3.2.4. Inoculation

Au début des recherches sur le ley farming, le matériel végétal utilisé n'était pas inoculé. Ce n'est qu'au fur et à mesure du suivi des essais qu'on a constaté la nécessité d'inoculer sur certains sites avec du *Rhizobium* approprié (fig. 3 et 4). Dans d'autres régions, en revanche, la culture pousse sans inoculation. Toutefois, l'inoculation améliore le rendement.

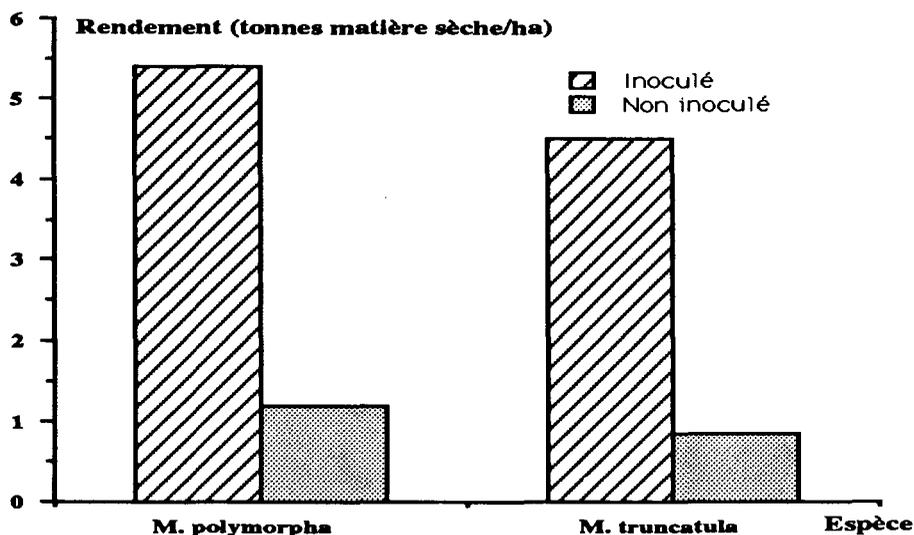


Figure 3. Réponse de *Medicago* à l'inoculation à Had Ghoualem

Jusqu'à présent, des souches étrangères sont utilisées pour les différentes inoculations. Parallèlement aux travaux de sélection de génotypes locaux de *Medicago spp.* pour sols faiblement acides à acides au Maroc, un travail sur la sélection de souches de *Rhizobium meliloti* locales pour ces types de sol a été entamé.

Rappelons que la préparation de l'inoculum et la technique d'enrobage sont maîtrisées aussi bien pour des petites quantités que pour des grandes quantités.

### 3.3. Place dans l'assolement

Dans le but de tester la place des légumineuses annuelles autorégénératrices dans l'assolement, des essais ont été effectués dans différentes zones (tableau 5).

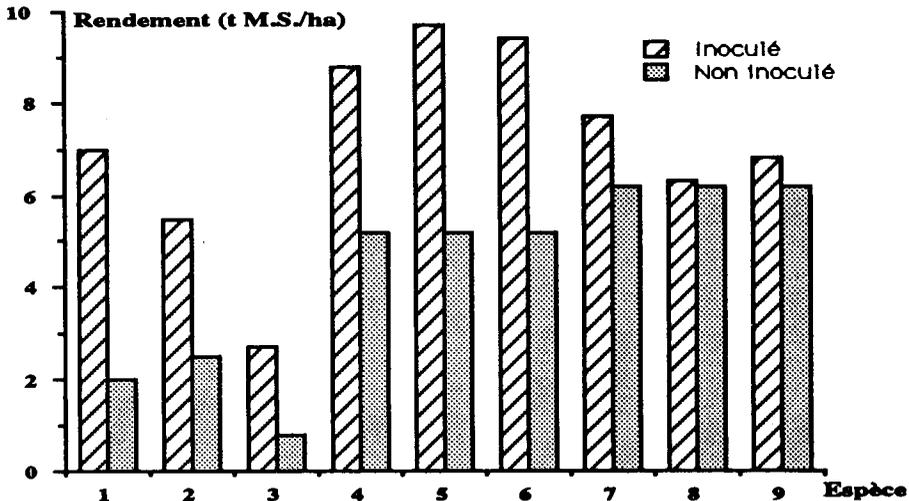


Figure 4. Réponse de *Medicago* à l'inoculation à El Koudia

1. *M. rigidula* (M 29); 2. *M. rotata* (M 28); 3. *M. noema* (M 44); 4. *M. polymorpha* (M 38);  
5. *M. polymorpha* (M 3); 6. *M. polymorpha* (M 15); 7. *M. truncatula* (M 28); 8. *M. truncatula* (M 3);  
9. *M. truncatula* (M 15)

Tableau 5. Résultats des essais d'assolement

Site	Assolement comparés	Durée	Résultats et observations
Koudia	Jachère-blé Vesce avoine-blé Lupin-blé Medicago-blé Trèfle-blé	5 ans	Meilleurs précédents : lupin ; vesce-avoine et Medicago  Assez bonne régénération du medic après 5 ans (3,45 t MS/ha)
Merchouch	Jachère-blé Jachère travaillée-blé Vesce avoine-blé Féverole-blé Medicago-blé	3 ans	Rendements en blé très faible pour l'ensemble Assez bonne régénération du medic la 3e année avec des rendements faibles en MS
Douyet	Jachère-blé Jachère travaillée-blé Vesce avoine-blé Medicago-blé	4 ans	Meilleur précédent : jachère travaillée et Medicago
Sidi El Aydi Jemâa Shaim	Blé-blé Jachère travaillée-blé Jachère-blé Medicago-blé Vesce orge-blé	4 ans	Meilleur rendement en blé : jachère travaillée (28,69 kg/ha) À Jemâa Shaim le Medicago est le mauvais précédent

Les années, durant lesquelles ces essais ont été réalisés, ont été relativement sèches si bien que la jachère travaillée s'est révélée être le meilleur précédent pour le blé. Le *Medicago* quant à lui équivaut, dans le meilleur des cas, à la jachère travaillée (Douyet) ou à d'autres légumineuses (lupin, féverole, vesce-avoine). A Jemâa Shaïm, par contre, MAZHAR a montré que *Medicago* n'était pas un bon précédent pour le blé. Ces résultats quoique peu concluants ont le mérite de montrer l'aptitude à la régénération du *Medicago* après une céréale.

### 3.4. Tests d'application au niveau de l'exploitation

Ces essais installés sur des parcelles de grandes dimensions ont pour but de:

- renforcer le dialogue entre l'expérimentateur et l'utilisateur ;
- permettre une meilleure connaissance des contraintes techniques rencontrées dans des conditions de pratique réelle ;
- tester l'acceptance de toute innovation ;
- fournir les données de base pour des analyses micro-économiques.

Ces essais ont démarré en 1982-83, bien que les résultats disponibles aient été encore peu concluants. En 1989-90, ils ont atteint la superficie de 2 250 ha (tableau 6) dont 2 096,5 ha de prairies sont encore suivis par le programme. L'exemple d'un cas sera traité en détail dans la communication de G. JARITZ.

### 3.5. Diffusion

La diffusion des résultats est assurée à la fois par les rapports d'activités annuels largement diffusés, les publications dans des revues ou lors de manifestations scientifiques et l'organisation de journées d'information.

D'autres formes de diffusion sont également à mentionner, à savoir l'ensemble des cours donnés aux vulgarisateurs lors des sessions de formation et aux étudiants de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II dans le cadre de leur formation, sans oublier le co-encadrement d'un certain nombre de mémoires de fin d'études.

## 4. CONCLUSION

A la lumière de ces résultats, le système ley farming s'avère assez bien adapté aux conditions édapho-climatiques du Maroc et ceci aussi bien par l'adaptation des espèces et variétés que par la mise au point des techniques culturales.

**Tableau 6. Application au niveau de l'exploitation . Évolution de la superficie (ha) des parcelles installées pendant les 4 dernières campagnes (Valeurs cumulées)**

Région	1986-87	1987-88	1988-89	1989-90
Chtouka	200 (M+TS+G)	290 (M+TS+G)	400 (M+TS)	-
Had Ghoualam(Rommani)	174 (TS+M)	224 (M)	242 ha (TS)	412*
Had Soualem	380(M)	523	-	-
Khemisset	-	-	5,5 (TS)	19,5 (TS+M)
Larache	175 (TS+G)	209 (TS+G)	-	269**
Maaziz	-	-	5 ha (M+TS)	-
Oulmes	6 (T)	-	26 ha (T)	103 (T)***
Tanger	305 (T)	365 (T)	-	-
Koudia	40 (T)	-	-	-
Aïn Aouda	120 (T+M+G)	-	-	-
			<b>Total</b>	<b>2 256,5 ha</b>

TS = trèfle souterrain ; M = Medicago spp, G = graminée

\* 90 ha en collaboration avec la DPA de Khémisset

\*\* 60 ha de démonstration sylvopastorale

\*\*\* 70 ha en collaboration avec la DPA de Khémisset

Le travail de sélection à partir des écotypes locaux en cours permettra dans les années à venir d'élargir les zones pour le ley farming et d'augmenter le potentiel agronomique dans les régions homoclimatiques. Dans environ 4 ans, des variétés marocaines seront disponibles.

En ce qui concerne les techniques culturales, certains problèmes rencontrés au départ sont maîtrisés. C'est le cas, par exemple, du contrôle des mauvaises herbes et du semis avec plante-abri. L'inoculation, quant à elle, s'est avérée, dans certains cas seulement, nécessaire. Enfin, quelques aspects concernant la persistance restent encore à élucider par l'étude de la dynamique des semences dans le sol.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Dr. G. JARITZ et Dr M. BOUNEJMATE pour les conseils et remarques qu'ils ont bien voulu apporter au cours de la réalisation de ce travail

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BOUNEJMATE, M., 1984. La place de *Medicago spp.* au Maroc. *Hommes, Terres et Eaux* 14, 11-15.

BOUNEJMATE, M., 1985. Potential area for annual legume pastures in Morocco. *FAO Sub-Network on Mediterranean Pastures, th Meeting, Elvas/Portugal. Bulletin* 4, 69-73.

BOUNEJMATE, M., 1986. *Le travail du sol dans le système 'Ley Farming'*. 16èmes Journées de l'ANPA, Rabat, doc. ronéot., 10 p.

BOUNEJMATE, M., CLATZLE, A. & G. JARITZ, 1985. *L'agronomie des prairies à base de légumineuses annuelles*. Séminaire de formation. Méhdia, 77 p.

INRA, 1981-82 à 1986-87. Rapports d'activité de la Station Centrale des Plantes Fourragères, INRA, Rabat.

INRA, 1985-86 et 1986-87. Rapport d'activité du Programme Aridoculture, INRA, Settat.

INRA, 1987-88. Rapport d'activité du Programme Fourrages, INRA, Rabat.

- JARITZ, G., 1983. A propos de la persistance des espèces annuelles de *Medicago* dans les pâturages. *Hommes, Terre et Eaux* 51, 93-99.
- JARITZ, G., 1984. Les prairies à base de trèfle souterrain: Persistance dans le Nord Ouest Tunisien. *Hommes, Terre et Eaux* 14, 17-21.
- JARITZ, G., 1985. Environmental constraints for the establishment of annual legume based pastures in Morocco. *FAO Sub-Network on Mediterranean Pastures, 4th Meeting, Elvas/Portugal. Bulletin* 4, 65-68.
- JARITZ, G., 1986. *La place de Medicago spp. annuelle dans le système fourrager des unités ovines de la SNDE à Had Soualem et Chtouka*. 16èmes Journées de l'ANPA, Rabat, doc. ronéot., 14 p.
- JARITZ, G., 1987. Questions liées au site écologique dans l'intensification de l'économie fourragère et pastorale dans la région de Larache - cas de l'UREB Zouada. *Al Awamia* 62, 81-97.