

CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES ET AGRONOMIQUES DE *MEDICAGO* SPP. ANNUELLES AUTOCHTONES AU MAROC PROVENANT DE SITES NON ALCALINS (Résumé de thèse)

M. CREMER-BACH*

1. INTRODUCTION

L'amélioration des pâturages constitue une tâche importante en Afrique du Nord. Etant donné la croissance de la population qui entraîne une extension des cultures, les parcours sont refoulés sur des sites de plus en plus marginaux, à faible productivité. Il est possible d'améliorer cette situation en augmentant la productivité des pâturages par leur conversion en prairies temporaires, où l'utilisation des légumineuses a une importance décisive (Jaritz 1982; Beck et Materon 1988; Osman *et al.* 1990). L'assolement prairie temporaire-culture céréalière, appelé également ley farming, implique la disponibilité de légumineuses autorégénératrices adaptées. Les espèces autochtones présentent par rapport aux semences commerciales importées, une meilleure adaptation aux conditions locales (Ibn Tatou 1981, Ehrman et Cocks 1986; Francis 1989). Dans le présent travail, on a étudié l'aptitude culturale des écotypes annuels autochtones de *Medicago* provenant de sites non alcalins au Maroc, ainsi que l'influence de la provenance sur leurs caractéristiques morphologiques et agronomiques.

2. MATERIEL ET METHODES

Une prospection pour la collecte d'écotypes annuels de *Medicago* sur sols non alcalins a été effectuée en 1988 dans différentes régions du Maroc (Cremer-Bach 1990). Durant trois années, le matériel ainsi collecté et les données climatiques et édaphiques des sites de collecte, ont servi de base à l'étude de la distribution des *Medicago* annuels sur sols acides et le démarrage d'un programme de sélection des différents écotypes.

La première année a été consacrée à la caractérisation morphologique et agronomique des écotypes et la détermination des relations entre les provenances et les caractéristiques morphologiques de ces écotypes.

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

Au cours de la 2^{ème} et 3^{ème} années, on a procédé à l'évaluation et à la sélection d'écotypes appropriés. Le matériel utilisé est présenté dans les tableaux 1 et 2. la méthode de sélection utilisée (tableau 3) est la sélection individuelle avec test de la descendance (Kuckuck *et al.* 1985).

Tabl. 1: Matériel végétal

Medicago spp.	N o m b r e d' é c o t y p e s r é c o l t é s			
	Collecte Année 1987/88	1 ^{ère} année expériment. 1988/89	2 ^{ème} année expériment. 1989/90	3 ^{ème} année expériment. 1990/91
M. polymorpha	205	200	62	16
M. tornata	70	64	14	5
M. truncatula	55	50	21	4
M. aculeata	34	26	11	3
M. murex	25	19	3	1
M. arabica	2	2	1	1
M. minima	14	-	-	-
M. orbicularis	5	-	-	-
M. laciniata	1	-	-	-
-----	-----	-----	-----	-----
Σ	411	372	112	30

Tabl. 2: Variétés commerciales utilisées comme témoins en deuxième année expérimentale

Espèce	Variété	Maturité
M. polymorpha	SANTIAGO	précoce
M. polymorpha	SERENA	précoce
M. polymorpha	CIRCLE VALLEY	moyenne
M. truncatula	JEMALONG	précoce
M. truncatula	CYPRUS	moyenne
M. truncatula	PARABINGA	tardive
M. scutellata	SAVA	moyenne
M. scutellata	KELSON	tardive
M. murex	ZODIAC	tardive

Tabl. 3: Schéma de sélection

Période de végétation	E t a p e s d e s é l e c t i o n	N i v e a u / A n n é e
1987/88	411 écotypes plantés individuellement 1 site: Rabat	1ère année expérimentale - Collecte - Description morphologique - Production de semences
1988/89	372 écotypes lattis balancé 20 x 20 en lignes individuel. 1 site: El Koudia A - souches	2ème année expérimentale - Descendances de plante individuelle - Evaluation agronomique - Détermination du coumestrol - Sélection - Multiplication des semences
1989/90	112 écotypes lattis balancé 11 x 11 en petites parcelles 2 sites: El Koudia, Had Ghoualem B - souches	3ème année expérimentale - Test de micro-rendement - Relevés agronomiques - Sélection - Multiplication des semences
1990/91	30 écotypes 3 sites	Années expérim. suivantes - Tests de rendement - Essais de pâturage - Sélection - Multiplication des semences
----- B u t -----		
après 6-8 ans variété(s) de Medicago pour sites de pH <7.0		

Les critères de sélection utilisés ont été la teneur en coumestrol, le rendement en matière sèche, la repousse après coupe, la résistance aux maladies et le rendement en semences. La moyenne des six données - deux sites x trois répétitions - a été calculée pour chaque écotype et chaque critère de sélection. Afin de comparer les écotypes, les moyennes ont été transformées en distributions normalisées et pour chaque écotype, on a additionné les écarts des caractéristiques de la moyenne totale, exprimés en unités de l'écart-type normalisé. A cette fin, il a été nécessaire, pour la teneur en coumestrol et l'attaque de maladies, de multiplier les valeurs de l'écart-type par -1; étant donné qu'une teneur élevée en coumestrol respectivement une forte attaque de maladies signifie une caractéristique défavorable. D'autre part, la pondération de l'écart-type de la teneur en coumestrol a été triplée, afin de faire ressortir cette caractéristique en tant que critère de sélection essentiel. Des écotypes à teneurs en coumestrol supérieures à 200 ppm dans la MS ont été écartés. Les 257 écotypes restants ont été listés dans l'ordre de leurs écarts-type normalisés et additionnés. Il s'est avéré qu'à l'intérieur d'une espèce les écotypes de même prove-

nance se classent dans un ordre très rapproché. Afin de maintenir la diversité du matériel génétique, nous avons choisi pour les tests suivants, non pas les meilleurs écotypes absolus, mais le meilleur écototype relatif de chaque espèce de *Medicago*. L'interprétation statistique a été effectuée avec le SPSS/PC¹⁾. On a établi des corrélations entre les caractéristiques du lieu de collecte et les caractéristiques des plantes.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Distribution des espèces en relation avec certains facteurs édaphiques

Des différences significatives ont été observées quant aux exigences édaphiques des différentes espèces collectées. Le tableau 4 indique que *M. polymorpha* et *M. tornata* sont significativement différentes quant aux valeurs du pH des lieux de collecte.

Tabl. 4: Minimum, maximum et moyennes du pH du sol (0,01 M KCl) des lieux de collecte de cinq espèces de *Medicago*

Medicago spp.	n	Minimum	Maximum	Moyennes
<i>M. polymorpha</i>	181	4,0	7,8	5,8 a 2)
<i>M. tornata</i>	50	4,7	7,8	6,3 b
<i>M. truncatula</i>	42	4,1	7,8	5,9 ab
<i>M. aculeata</i>	24	5,2	7,4	6,2 ab
<i>M. murex</i>	19	5,1	6,7	5,8 ab
Total	316 3)	4,0	7,8	5,9

M. tornata apparaît exclusivement sur des sols à texture sablonneuse, alors que les autres espèces sont indépendantes de la texture du sol.

M. tornata est présente de préférence sur des sols profonds et se distingue de toutes les autres espèces. *M. aculeata* apparaît surtout sur des sols très superficiels.

1) Statistical Package for the Social Sciences

2) Les moyennes suivies de mêmes caractères ne diffèrent pas significativement à $P = 0.05$ (Test Scheffé).

3) Le nombre d'écotypes total différent par rapport au tableau 1 s'explique par le fait que pour des raisons techniques, il n'a pas été possible de prélever des échantillons du sol de chaque lieu de collecte.

3.2 Caractéristiques des plantes

3.2.1 Poids de mille graines

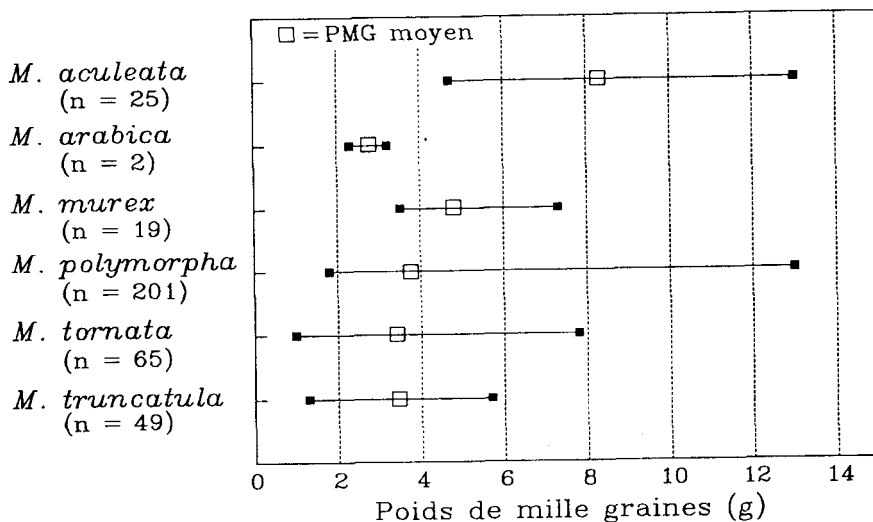


Fig. 1: Moyennes et variabilité du poids de mille graines

Le poids de mille graines varie de 1 à 13 g (figure 1). A la différence du début de floraison et du rendement, la variabilité intraspécifique du PMG est moins élevée. Des différences nettes apparaissent entre les espèces (figure 1); ainsi, *M. aculeata* se distingue significativement de toutes les autres espèces avec un PMG moyen de 8,3 g, *M. murex*, dont le PMG moyen est de 5,4 g, est significativement différent des espèces à petites graines *M. tornata* et *M. truncatula*, dont le PMG moyen se situe autour de 3,9 g. *M. polymorpha* présente la plus grande amplitude de variation, de 1,8 à 13,0 g, et diffère significativement seulement de *M. tornata*.

3.2.2 Teneur en coumestrol

La teneur en coumestrol a été analysée dans 335 écotypes et atteint en moyenne 115 ppm de la matière sèche et a varié entre la limite inférieure de décèlement (< 0.04 ppm) et 956 ppm. La plupart des écotypes restent en-dessous de la limite de 200 ppm considérée dangereuse pour la fécondité des brebis. Des teneurs de plus de 900 ppm sont atteintes par trois plantes de *Medicago*. Les différences de concentrations moyennes en coumestrol entre les espèces ne sont pas significatives; le tableau 5 montre la concentration moyenne et les extrêmes chez différentes espèces.

Tabl. 5: Teneurs en coumestrol en ppm de la MS

Medicago spp.	n	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
<i>M. aculeata</i>	21	< 0,04	84,7	39,9	26,9
<i>M. truncatula</i>	47	6,9	929,8	88,7	141,1
<i>M. murex</i>	17	6,6	227,5	121,0	72,7
<i>M. polymorpha</i>	187	2,4	955,7	126,5	182,7
<i>M. tornata</i>	63	11,0	911,8	132,1	172,4

3.2.3 Début de floraison

Le **début de floraison** survient à Had Ghoualem en moyenne environ 19 jours plus tard qu'à El Koudia, station proche du littoral. Dans les deux sites, *M. aculeata* est la première espèce à fleurir, suivie par *M. polymorpha*. La figure 4 montre qu'à El Koudia, les différences de précocité interspécifiques sont moins importantes qu'à Had Ghaoulem où le début de floraison moyen se situe à 84 jours après le semis. A **El Koudia**, les quatre écotypes les plus précoces fleurissent après 76 jours; soit 11 jours plus tard que le témoin le plus précoce SERENA de *M. polymorpha*. La floraison commence chez l'écotype le plus tardif après 104 jours, huit jours plus tard que chez le témoin le plus tardif KELSON de *M. scutellata*. Les trois écotypes de *M. murex* fleurissent plus tard que la variété commerciale ZODIAC de *M. murex* dont la floraison commence après 79 jours.

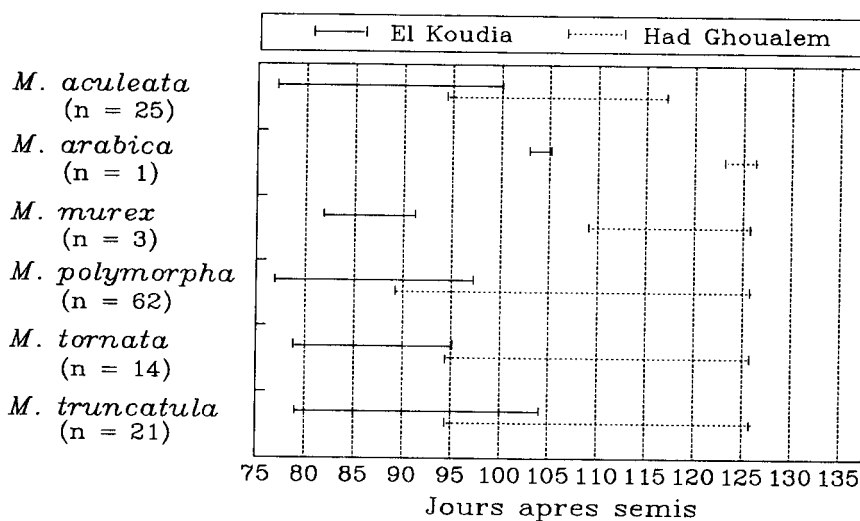


Fig. 2: Variabilité et moyennes du début de floraison (nombre de jours après semis) dans deux sites

A **Had Ghoualem**, l'écotype le plus précoce fleurit après 90 jours, soit 10 jours plus tard que le témoin le plus précoce SERENA de *M. polymorpha*. Chez *M. arabica* et un écotpe de chacune des autres espèces, la floraison commence tard, après 125 jours, soit 16 jours après le témoin le plus tardif, KELSON de *M. scutellata*, dont la floraison débute après 109 jours. Les périodes de floraison confirment les résultats de l'année précédente, de sorte que la même répartition en groupes de maturité à floraison précoce, moyenne et tardive est maintenue.

3.2.4 Caractéristiques morphologiques

3.2.4.1 Type de croissance

Contrairement aux caractéristiques agronomiques, les caractéristiques morphologiques n'ont pas été utilisées comme critères de sélection, mais ont servi à la description de la morphologie des écotypes. Une caractéristique importante est le **type de croissance** des plantes, décrit par la longueur des pousses principales et secondaires à différentes dates, différenciées en pousses érigées et couchées. Afin de décrire le type de croissance, on a mesuré les différents types de pousses:

- longueur des pousses les plus anciennes en début de floraison
- longueur des pousses latérales au début floraison
- longueur des pousses les plus anciennes en pleine floraison
- longueur des pousses érigées le 21/03 (date précoce)
- longueur des pousses érigées le 20/04 (date tardive)
- longueur des pousses couchées le 20/04 (date tardive).

Au **début de la floraison** et en **pleine floraison**, *M. murex* et *M. tornata* ont formé les pousses les plus longues et se distinguent significativement de *M. aculeata*, *M. polymorpha* et *M. truncatula*. *M. aculeata* produit les pousses les plus courtes.

En ce qui concerne la **longueur des pousses latérales**, mesurées également au **début de la floraison**, les différences interspécifiques sont moins importantes. En effet, seules *M. polymorpha* et *M. tornata* se distinguent significativement des autres espèces. Pendant la **pleine floraison**, les longueurs des **pousses les plus anciennes** sont du même ordre que lors des relevés précoces; à l'exception du fait que *M. murex* et *M. tornata* ont échangé leurs rangs. *M. tornata* forme les pousses les plus longues et se distingue significativement de *M. aculeata*, *M. polymorpha* et *M. truncatula*. Les différences significatives entre *M. tornata* et les autres espèces lors des premiers relevés n'apparaissent plus lors des secondes mensurations; étant donné que *M. murex* présente un accroissement moyen de la pousse latérale d'environ 15 cm, inférieur au taux d'accroissement moyen de 19,7 cm. L'accroissement de *M. tornata* est de 27,0 cm.

Toutes les caractéristiques qui décrivent la forme de croissance des écotypes, révèlent chez *M. aculeata* les pousses les plus réduites. Sa croissance en longueur est aussi faible au stade juvénile qu'au cours des stades ultérieurs. Le développement est identique chez les écotypes de *M. truncatula*, qui diffère nettement pendant sa croissance tardive de *M. aculeata* par la longueur des pousses érigées. Les deux espèces peuvent être rattachées au groupe à forme de croissance planophile.

Les écotypes de *M. tornata* et *M. murex* montrent des formes de croissance érectophiles, qui sont d'autant plus prononcées que les plantes sont âgées. Les écotypes de *M. tornata* se distinguent par une élongation notable des pousses couchées au début de la floraison, alors que chez *M. murex* cette élongation a lieu pendant la pleine floraison.

M. polymorpha se rattache au groupe à forme de croissance semi-érectophile où le plus grand accroissement est enregistré pendant la floraison.

3.2.4.2 Taille des feuilles

Le rendement en MS est influencé positivement par la **longueur des pousses** (latérales et érigées). Par contre, la taille des feuilles agit peu sur les rendements en MS. La plus forte corrélation négative existe entre le **début de la floraison** et la **longueur des pousses les plus anciennes en pleine floraison**. Les écotypes à floraison précoce montrent de courtes pousses latérales et des pousses érigées ainsi que peu de noeuds; la première gousse étant formée à un entre-noeud proche de la base de la plante. Le rendement en semences, le PMG et les teneurs en coumestrol sont peu liés aux caractéristiques morphologiques.

3.3 Diversité du matériel génétique local

Comparés aux variétés commerciales, les écotypes locaux de *Medicago* annuels ont présenté une plus large variabilité dans la production de semences (tableau 6). Les variétés commerciales utilisées comme témoins possèdent une amplitude d'adaptation écologique restreinte, car elles ont été sélectionnées pour être utilisées dans des conditions particulières et ne sont performantes que dans ces conditions (Gillespie et Oram 1989; Martyn 1990).

Les variétés commerciales de *M. polymorpha* et *M. truncatula* se distinguent par des rendements performants à El Koudia, considéré comme site favorable, alors qu'à Had Ghoualem, en station difficile, les mêmes variétés produisent un rendement médiocre. Les écotypes de ces espèces fournissent en station défavorable des rendements en semences supérieurs à la moyenne de l'essai chez *M. polymorpha* et légèrement inférieurs chez *M. truncatula* (tableau 6). Il est attendu que les variétés JEMALONG de *M. truncatula*, et ZODIAK de *M. murex*, considérées comme particulièrement adaptées aux sols acides (Gillespie 1989; Evans *et al.* 1990), produisent des rendements élevés en

semences à Had Ghoualem (pH du sol 5.0), mais seule ZODIAK répond à cette attente.

Tabl. 6: Rendements moyens en semences des variétés commerciales par rapport à la moyenne des écotypes à deux sites

Variétés commerciales	Medicago spp.	Sites	
		El Koudia	Had Ghoualem
(g-0,3 m ⁻²)			
CIRCLE VALLEY	M. polymorpha	36,6	12,4
SANTIAGO	M. polymorpha	32,5	0,8
SERENA	M. polymorpha	24,7	2,4
Moyenne des écotypes (n=62)	M. polymorpha	30,6	23,0
Variation		9,4-65,6	0,8-49,7
CYPRUS	M. truncatula	11,2	2,6
JEMALONG	M. truncatula	16,4	7,6
PARABINGA	M. truncatula	13,6	6,6
Moyenne des écotypes (n=21)	M. truncatula	17,5	10,5
Variation		4,8-29,1	1,4-31,2
ZODIAK	M. murex	13,6	15,8
Moyenne des écotypes (n= 3)	M. murex	14,4	7,7
Variation		7,2-24,2	4,0-12,6
KELSON	M. scutellata	15,4	27,6
SAVA	M. scutellata	30,5	22,0
Moyenne de l'essai (n=112)		25,3	17,0

3.4 Caractéristiques du lieu de collecte et des plantes

L'étude de l'influence de l'altitude et de la pluviométrie annuelle moyenne - en tant que données caractéristiques des lieux de collecte - sur la morphologie de six *Medicago* spp. est résumée (tableau 7). La matrice de corrélation montre qu'entre les données du lieu de collecte et les caractéristiques morphologiques étudiées, n'existent que peu de relations. Pour chaque espèce, les coefficients de corrélation ne sont pas très élevés et ne peuvent indiquer que des tendances.

Tabl. 7: Coefficients de corrélation entre l'altitude respectivement la pluviométrie annuelle moyenne des lieux de collecte et les caractéristiques agronomiques-morphologiques

Caractéristiques	Pluviométrie	
	Altitude	annuelle moyenne
Pluviométrie annuelle moyenne	,286**	—
Début de la floraison	,288**	,444**
Rendement en MS	-,184**	-,012
Rendement en semences	,133*	,085
Masse de mille graines	,040	,132
Teneur en coumestrol	,095	,061
Attaque de maladies	-,068	-,285**
Numéro du noeud avec la première gousse	-,068	,319**
Taille des feuilles	-,384**	-,317**
Longueur des pousses érigées	-,279**	-,346**
Longueur des pousses couchées	-,222**	-,024
Nombre de noeuds à la pousse de 1er degré	-,218**	-,339**
Nombre de noeuds à la pousse de 2nd degré	-,194**	-,200**
Longueur des pousses les plus anciennes(date précoce)	-,234**	-,049
Longueur des pousses les plus anciennes(date tardive)	-,442**	-,437**

Le coefficient de corrélation le plus fort existe entre les variables '**pluviométrie annuelle moyenne**' et '**début floraison**': Des écotypes à floraison tardive correspondent à des régions humides. Tous les autres coefficients de corrélation entre 'pluviométrie du lieu de collecte' et caractéristiques morphologiques sont négatifs: ainsi, à pluviométrie croissante, la taille des feuilles, la hauteur du peuplement, le nombre de noeuds à la pousse du 1er degré ainsi que la longueur des stolons sont en diminution. Les 'altitudes des lieux de collecte' sont également corrélées négativement avec toutes les caractéristiques morphologiques, à l'exception du début de floraison.

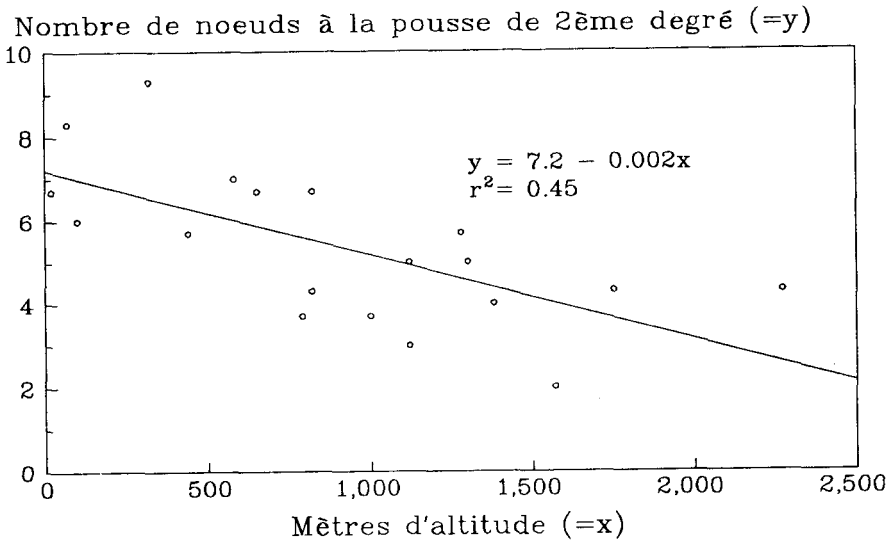


Fig. 3: Régression entre le nombre de noeuds à la pousse de 2ème degré (= y) et l'altitude (= x) chez *M. aculeata*

Dans les stations de haute montagne, on rencontre de préférence des écotypes à petites feuilles avec des stolons de petite longueur et peu d'entre-noeuds. Le calcul des corrélations par espèces entre 'altitude du lieu de collecte' et 'nombre d'entre-noeuds à la pousse de 2ème degré' montre chez *M. aculeata* le coefficient le plus élevé avec $r = 0,67$. Pour cette raison, cet exemple a été choisi pour illustrer la relation entre l'altitude et le nombre d'entre-noeuds (figure 3). Le graphique montre que les écotypes de *M. aculeata* qui proviennent d'altitudes de plus de 1500 m, ont le nombre de noeuds le plus bas. Small et Brookes (1990) démontrent également en prenant pour exemple deux *Medicago* spp. annuelles que la 'longueur des stolons', le 'port' et la 'taille des feuilles' sont influencés plus que toutes les autres caractéristiques morphologiques par les conditions du milieu.

On ne constate pas de corrélations significatives entre les caractères édaphiques du lieu de collecte - pH, teneurs en phosphate et potassium, types de sol - et les caractéristiques des plantes.

Des relations entre l'approvisionnement en phosphate des lieux de collecte et la teneur en coumestrol, probables d'après Rossiter (1970), n'ont pas été confirmées ici. D'après Loper (1968), le stade de croissance et les parties des plantes déterminent la teneur en coumestrol. Les teneurs en coumestrol sont à leur niveau le plus élevé au stade 'pleine floraison', dans les feuilles de la pousse principale entre le quatrième et le dixième entre-noeud.

3.5 Programme de sélection

Le but de ce programme est de créer des variétés autochtones adaptées à des sols à $\text{pH} < 7,0$ et de produire les semences de base de ces variétés de *Medicago* (voir schéma de sélection du tableau 3). Pour atteindre cet objectif, au moins trois années de sélection sont encore nécessaires, au cours desquelles on devra tester le comportement des écotypes sous pâturage. On étudiera en particulier la résistance au piétinement et l'évolution du rendement pendant la période de végétation, la compétitivité en peuplement et la dureté des semences. On examinera également chez *M. murex* et *M. arabica* leur adaptation à la culture en altitude (> 800 m). Les écotypes de *M. aculeata* sont prometteurs, en raison de leur origine, qui leur confère une résistance particulière au froid, et leur croissance planophile adaptée au pâturage sévère. Cette espèce permet probablement de sélectionner une variété spéciale pour des altitudes supérieures à 1000 m.

Une appréciation de l'interaction génotype-milieu peut être réalisée assez simplement par l'extension des essais sur des sites différents. Les résultats fourniraient une valeur estimative de la variance génotypique, de la variance du milieu et de la variance due à l'interaction (Wricke 1965). Dans le présent travail, les interactions milieu-génotype n'ont pas pu être approfondies assez étant donné que nous ne disposions que d'une seule année pour l'expérimentation sur différents sites.

4. RESUME

Dans le cadre du projet INRA/GTZ 'Culture des Plantes Fourragères au Maroc', des *Medicago* spp. annuelles autochtones provenant de sites non alcalins ont été récoltées et leur aptitude culturale en tant que légumineuses fourragères au Maroc a été testée. Dans 108 sites différents, 411 écotypes de 9 *Medicago* spp. ont été récoltés. Un nombre d'écotypes suffisant pour les calculs statistiques n'était disponible que pour les espèces *M. aculeata*, *M. murex*, *M. polymorpha*, *M. tornata* et *M. truncatula*. En première année expérimentale, on a étudié en premier lieu les relations entre les données climatiques et édaphiques du site de collecte et les caractéristiques morphologiques. La deuxième et troisième année expérimentale ont été consacrées à l'évaluation, suivie par la sélection d'écotypes adaptés. La teneur en coumestrol, le rendement en MS, la repousse après la coupe ainsi que la production de semences ont servi de critères de sélection.

1. A altitude et pluviométrie croissantes, la longueur des pousses, la hauteur du peuplement, la taille des feuilles et le rendement en MS diminuent. Une relation très étroite existe entre la pluviométrie annuelle et le début de la floraison. Ainsi, les types à floraison tardive se rencontrent de préférence dans des régions à pluviométrie élevée. Aucune relation significative n'a pu

être trouvée entre le pH, la teneur en phosphate et en potassium des lieux de collecte et les caractéristiques des plantes.

2. La teneur du phytoestrogène coumestrol, mesurée dans les feuilles au stade de croissance 'pleine floraison', est en général réduite. Pour les écotypes testés, la moyenne s'élevait à 115 ppm dans la MS. 55 écotypes ont été exclus du programme de sélection en raison de leur teneur en coumestrol supérieure à 200 ppm dans la MS. Aucune relation entre les caractéristiques du lieu de collecte et la teneur en coumestrol n'a pu être constatée.
3. Les *Medicago* spp. se distinguent par une grande variabilité de toutes les caractéristiques relevées. En ce qui concerne le début de la floraison, la taille des feuilles, le rendement en MS, le rendement en semences et le poids de mille graines, des différences significatives entre les espèces ont été observées.
4. Lors d'un essai où l'on a comparé 112 écotypes sélectionnés et 9 variétés commerciales courantes dans deux stations différentes, 30 écotypes se sont montrés supérieurs aux variétés commerciales pour certaines caractéristiques agronomiques. Des évaluations ultérieures sont nécessaires pour tester l'interaction génotype-milieu et mieux apprécier la productivité du matériel autochtone par rapport aux variétés commerciales.

5. SUMMARY

In the context of the INRA-GTZ project 'Cultivation of fodder plants in Morocco' autochthonous annual *Medicago* spp. on non-alkalin soils have been collected and evaluated for potential agricultural use. At 108 sites, 411 ecotypes belonging to 9 *Medicago* spp. were collected. Due to the available number of ecotypes only *M. aculeata*, *M. murex*, *M. polymorpha*, *M. tornata* and *M. truncatula* were included in the statistical analysis. In the first year experiments the relationships between edapho-climatic characteristics of collecting sites and morphological plant characteristics were investigated followed by the evaluation and selection of ecotypes during the next two years. Coumestrol content, yield of dry matter and seeds, and regrowth capacity after cutting were used as selection criteria.

1. With increasing rainfall and altitude of collecting sites a decrease was found in the length of sprouts, in sward height, in leaf size, and in dry matter yield. The closest relationship was found between annual rainfall and begin of flowering. High rainfall regions were found to select late flowering ecotypes. There were no significant relations between the P and K content and the pH of the collecting site soils and the plant characteristics studied.

2. Coumestrol content of leaves at flowering was considered to be generally low with an average of 115 ppm of dry matter. Because of a coumestrol content > 200 ppm 55 ecotypes have been eliminated from further evaluation. No relationship was stated between collecting site characteristics and the coumestrol content.
3. Agrobotanical characteristics varied widely and significantly between species resp. ecotypes studied, particularly in the time of first flowering, in leaf size, in yield of dry matter and seeds, and in seed weight.
4. In a field trial comparing 112 ecotypes with 9 commercial cultivars at 2 contrasting sites 30 ecotypes with promising agronomic characteristics have been identified. Further evaluation is needed to study the genotype-environment interactions and to appreciate better the potential yield of autochthonous ecotypes compared to the available commercial cultivars.

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Beck, D.P. and Materon, L.A. (1988). Nitrogen fixation by legumes in mediterranean agriculture. Martinus Nijhoff Publishers. Dordrecht, Boston, Lancaster.
- Cremer-Bach, M. (1990). Sélection des écotypes locaux de *Medicago* spp. annuelles pour sols acides au Maroc. *Al Awamia* **74**: 12-8.
- Cremer-Bach, M. (1992). Verbreitung und Eigenschaften annualer *Medicago* spec.-Ökotypen in Marokko. Diss., Universität Gießen.
- Ehrman, T. and Cocks, P.S. (1986). The Impact of severe frost on native and introduced annual Medics. ICARDA annual report 1985, 267-72.
- Evans, J., Dear, B. and O'Conner, G.E. (1990). Influence of an acid soil on the herbage yield and nodulation of five annual legumes. *Aust. J. Exp. Agric.* **30**: 55-60.
- Francis, C.M. (1989). Management of genetic resources of annual *Medicago* in the mediterranean basin. ICARDA, Workshop, Perugia, Italy.
- Gillespie, D.J. (1989). The development of murex medic as a new pasture species for acid soils in Australia. Proc. 16th Intern. Grassl. Cong., Nizza, 215-6.
- Gillespie, D.J. and Oram, R.N. (1989). B. Legumes, 9. Annual Medics, *Medicago murex* Willd. (murex medic) cv. Zodiak. *Aust. J. Exp. Agr.* **29**: 300-1.

- Ibn Tatou, M. (1981). Biologie comparée de quelques *Medicago* annuelles; étude d'échantillons récoltés au Maroc et de cultivars australiens. Thèse de Doctorat de 3ème cycle. Université Montpellier.
- Jaritz, G. (1982). Amélioration des herbages et cultures fourragères dans le nord-ouest de la Tunisie; étude particulière des prairies de trèfles-graminées avec *Trifolium subterraneum*. Schriftenreihe, 119, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn.
- Kuckuck, H., Kobabe, G. und Wenzel, G. (1985). Grundzüge der Pflanzenzüchtung. Verl. De Gruyter, Berlin, New York.
- Loper, G. M. (1968). Accumulation of coumestrol in Barrel Medic. *Crop Sci.* **8**: 317-9.
- Martyn, R.S. (1990). *Medicago tornata* (L.) Mill. var. *spinulosa* cv. Rivoli. *Aust. J. Exp. Agric.* **30**: 442.
- Osman, A.E., Pagnotta, M., Russi, L., Cocks, P.S. and Falcinelli, M. (1990). The role of legumes in improving marginal lands. In: Osman, A.E., Ibrahim, M.H. and Jones, M.A. (Eds.), *The role of legumes in the farming systems of the mediterranean areas*. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, The Netherlands, 205-16.
- Rossiter, R.C. (1970). Factors affecting the oestrogen content of subterranean clover pastures. *Aust. Vet. J.* **46**: 141-4.
- Small, E. and Brookes, B.S. (1990). A numerical taxonomic analysis of the *Medicago littoralis* - *Medicago truncatula* complex. *Can. J. Bot.* **68**: 1667-74.
- Wricke, G. (1965). Über eine biometrische Methode zur Erfassung der ökologischen Anpassung. *Acta Agr. Scand.*, Suppl. **16**: 98-101.