PRINCIPAUX RESULTATS DE RECHERCHE DU PROGRAMME FOURRAGES DE L'INRA MAROC ENTRE 1981 ET 1994

M. BOUNEJMATE [1]
G. JARITZ [1]

SUMMARY

Forage and pasture resarch at the National Institute for Agricultural Research has undergone major changes during the last 13 years. Supports from projects of international coopérationand the use of a new methodology for research planning resulted in an extension of infrastructure, in a subtanstial increase in research staff, and in research activities. The main research findings are highlighted in the present paper.

Indigenous forage and pasture plant species have received considerable attention. Several surveys were conducted to collect local plant material and evaluation started with several genera such as *Medicago*, *Trifolium*, *Lupinus* and *Avena*. Facilities for long term storage have been established.

To meet farmers needs, several new forage and pasture varieties have been selected and released. These include varieties of oat, annual *Medicago* spp., subterranean clover and vetch.

To diversify forage production, many species and techniques have been tested. References have been produced and recommendations have been made for new forage and pasture plants such as annual *Medicago* spp., subterranean clover, white lupine, forage shrubs, and improved fallow. Results aiming at optimizing agricultural practices have also been obtained.

Key words: Forage and pasture research, genetic resources conservation, choice of species, selection of varieties, cultivation techniques.

RESUME

La recherche fourragère à l'INRA a connu des changements importants au cours des 13 dernières années. L'appui par des projets de coopération internationale et la mise en oeuvre d'une nouvelle méthodologie de

[1] **INRA/Programme Fourrages, B.P. 415, Rabat**

planification de la recherche ont abouti à une extension de l'infrastructure, à une augmentation substantielle du nombre en chercheurs et à une intensification des activités de recherche. Les principaux résultats de recherche obtenus sont résumés dans le présent article.

Les espèces fourragères et pastorales autochtones ont reçu une attention considérable. Plusieurs prospections ont été effectuées pour la collecte du matériel végétal local et des travaux d'évaluation ont été entrepris sur plusieurs genres tels que *Medicago*, *Trifolium*, *Lupinus* et *Avena*. Des laboratoires pour la conservation à long terme ont été installés.

En réponse aux besoins exprimés par les utilisateurs, de nombreuses variétés ont été développées et inscrites ou proposées à l'inscription au Catalogue Officiel. C'est le cas notamment pour l'avoine, les luzernes annuelles, le trèfle souterrain et la vesce.

Dans le but de diversifier la production fourragère, de nombreuses espèces et techniques ont été testées. Des références ont été produites et des recommandations ont été faites concernant entre autres la culture au Maroc des luzernes annuelles, du trèfle souterrain, du lupin blanc, des arbustes fourragers, et les techniques de fertilisation et de désherbage de la jachère. Des résultats permettant l'optimisation des techniques de culture ont été également obtenus.

Mots clés: Recherche fourragère et pastorale, conservation ressources génétiques, choix des espèces, sélection variétale, techniques culturales

A. INTRODUCTION

Depuis 1981, des efforts soutenus ont été déployés par l'Institut National de la Recherche Agronomique pour répondre aux objectifs de développement du secteur de la production fourragère. Des mesures ont été prises notamment pour le renforcement de la capacité de recherche et pour l'amélioration de l'impact des résultats. Ce processus a été appuyé par un projet de coopération technique maroco-allemande et par un projet de coopération financière avec la Banque Mondiale.

Dans un précédent article (Jaritz et Bounejmate 1994), nous avons décrit les changements intervenus durant la période 19981-1993 aux niveaux de la conception, de la planification et de la stratégie en matière de recherche

fourragère à l'INRA. Dans le présent article, nous donnons un aperçu sur les principaux résultats de recherche obtenus durant cette même période.

B. RESULTATS

1. Conservation des ressources génétiques locales

Suite à la sécheresse qu'a connu le Maroc en 1980/81, et reconnaissant que les ressources génétiques fourragères et pastorales sont indispensables à l'amélioration des plantes cultivées et qu'elles sont menacées d'amenuisement et de disparition, le Programme Fourrages de l'INRA a accordé une importance particulière à la sauvegarde et à l'évaluation du patrimoine végétal local.

Plusieurs collectes de plantes fourragères et pastorales ont été effectuées par le Programme Fourrages au cours des dix dernières années (Bounejmate 1994). Une place particulière a été accordée aux luzernes annuelles, au trèfle souterrain et à l'avoine, espèces pour lesquelles un besoin en variétés adaptées aux conditions locales a été identifié. Pour les luzernes annuelles, les variétés utilisées dans le cadre de l'opération ley farming se sont révélées inadaptées aux sols acides, aux zones de montagne et aux zones à pluviométrie inférieure à 300 mm. Concernant l'avoine, sa culture s'étend à de nouvelles régions (Tangérois, Chaouia) et les superficies emblavées dans les régions de culture traditionnelle sont en progression continue. Il y a donc nécessité de sélectionner des variétés adaptées aux différentes régions édapho-climatiques de culture d'avoine.

En parallèle avec les efforts de sauvegarde, les travaux de recherche ont porté également sur la connaissance de l'aire d'adaptation et de répartition des espèces et populations locales. Plusieurs études ont porté sur les légumineuses annuelles (Beale *et al.* 1991), les espèces annuelles des genres *Trifolium* (Beale *et al.* 1993) et *Medicago* (Bounejmate *et al.* 1992a; Bounejmate *et al.* 1992b; Cremer-Bach 1992; Feniche 1993), *Trifolium subterraneum* (Matthäus 1992), *Lupinus* (Bounejmate *et al.* 1993), et sur *Vicia* et *Lathyrus* (Francis *et al.* 1994). Ces études de distribution ont permis de mieux définir l'aire potentielle où ces espèces peuvent être cultivées avec succès.

Depuis 1985, une unité de stockage et de gestion du germoplasme a été installée au niveau du Programme Fourrages. Cette unité comprend des laboratoires équipés pour les tests de viabilité et pour le stockage à court, moyen et long termes et fonctionne selon les régles internationales de

l'Association Internationale de Test des Semences (ISTA). Actuellement, environ dix mille échantillons sont conservés dans l'unité de germoplasme du Programme Fourrages. La majorité de ces populations appartiennent aux genres *Medicago*, *Trifolium*, *Vicia*, *Lathyrus* et *Lupinus*.

En matière d'évaluation, laccent a été mis essentiellement sur les luzernes annuelles et le trèfle souterrain. Les travaux de Cremer-Bach (1992) ont porté sur la caractérisation morphologique et agronomique de 411 écotypes de luzernes annuelles provenant de sols acides au Maroc. Cette étude a montré une grande variabilité pour de nombreux caractères tels que la teneur en coumestrol, le début floraison, la taille des feuilles, le rendement en matière sèche, et le rendement en semences. Une dizaine de ces écotypes locaux ont été plus performants que les variétés commerciales disponibles. La réponse d'écotypes de *Medicago truncatula* à certains facteurs édaphiques et climatiques a été étudiée dans plusieurs essais en serre (Bounejmate 1992). Une très grande variabilité a été trouvée au sein de cette espèce en ce qui concerne la réponse à l'acidité, aux doses croissantes de phosphore, à l'addition de nitrate et au régime thermique. Cette variabilité, qui était en relation très étroite avec l'origine géographique des écotypes, est d'une grande importance et souligne un potentiel de sélection pour des environnements variés.

Pour le trèfle souterrain, une évaluation de 840 populations autochtones de *Trifolium subterraneum*, *Trifolium brachycalycinum* et *Trifolium yanninicum* a été entamée (Matthäus 1990). Ce matériel semble présenter une variabilité génétique suffisante pour permettre de sélectionner des types adaptés à des conditions très différentes. La majorité des populations (90 %) ont présenté une teneur en formononétine inférieure à la valeur limite de 0,2 % dans la matière sèche. La majorité des populations testées présentent une dureté de semences élevée (> 60 %). En ce qui concerne le début de floraison, 25 % des populations appartiennent au groupe à floraison précoce.

Ces efforts d'évaluation se sont traduits par la présentation au Catalogue Officiel de six variétés de *Medicago* annuelles et de trois variétés de *Trifolium subterraneum*.

2. Fourrages cultivés

2.1. Cultures fourragères non irriguées

2.1.1. Avoine fourragère

L'avoine et la vesce-avoine constituent les plus importantes cultures fourragères en bour au Maroc, avec respectivement 68.800 et 48.800 ha en moyenne entre 1990/91 et 1992/93, contre 2.800 et 16.500 ha entre 1978/79 et 1980/81. Depuis environ 5 ans, la surface de l'avoine en monoculture dépasse celle de la vesce-avoine et continue à augmenter, tandis que celle de la vesce-avoine diminue (Jaritz 1994c). Le Programme Fourrages de l'INRA a appuyé cette évolution des emblavures, d'abord par la sélection de nouvelles variétés d'avoine et ensuite par l'extension des recherches à des questions de techniques culturales, d'exploitation, de qualité et de conservation (Al Faïz 1990; Saïdi 1992; Saïdi et El Yamani 1994)).

La sélection de nouvelles variétés a été focalisée sur des génotypes demi-tardifs à rendement élevé, résistants à la rouille, à l'oïdium et à la jaunisse nanissante. Six variétés ont été inscrites au Catalogue Officiel: Ghali, Soualem, Faras, Rahma, Zahri et Tislit; deux autres (87 SA 94 et 87 WIQR 197-5) sont en cours d'inscription (Saïdi et Souihka 1994).

Suite aux résultats des essais agronomiques et à une meilleure connaissance de l'utilisation dans la pratique grâce à des enquêtes (Noutfia 1994; Ayadi 1994), les objectifs d'amélioration ont été élargis. L'un des plus importants résultats révélés par les enquêtes est que, dans le Nord-Ouest, l'avoine est la culture dominante; elle est soit utilisée en vert, sous forme de foin, d'ensilage, de grains et de paille, avec une ou plusieurs coupes, ou pâturée. Dans la région du subhumide, l'avoine est en train d'occuper, pour l'élevage bovin laitier, une place comparable à celle qu'occupe l'orge pour l'élevage dans le semi-aride moyen et inférieur.

La clef de cette utilisation multifonctionnelle est l'aptitude au déprimage. Outre l'avantage d'offrir du fourrage vert précoce, le déprimage donne la possibilité de pallier au stress hydrique et de retarder le stade phénologique de la coupe de foin. Pour cela, les variétés disponibles et le matériel de sélection avancé ont été systématiquement étudiés (Orth 1994, sous presse); ces études seront poursuivies dans les régions de Tanger et Meknès.

Les résultats préliminaires indiquent qu'en absence de stress hydrique, le déprimage tend à diminuer le rendement total de façon variable suivant le génotype. Cependant, via l'interaction génotype x conditions météorologiques, le rendement total peut aussi augmenter par rapport au témoin. Généralement, le rendement total des types planophiles a tendance à augmenter avec le

déprimage et à diminuer chez des types à port dressé. Vue son importance particulière, l'aptitude au déprimage fera dans l'avenir partie des critères de sélection à un stade précoce de l'évaluation.

La fertilisation azotée et la densité de semis sont deux autres aspects des techniques culturales d'avoine qui ont été étudiés durant plusieurs années (1990/91-1993/94) et sur plusieurs sites (Tanger, Meknès, Oulmès, El Koudia, Had Soualem). La dose de fertilisation azotée à recommander pour un rendement optimal varie de 0 à 200 kg N/ha en fonction de la pluviométrie annuelle, de la région bioclimatique (longueur du cycle) et la fertilité du site (Jaritz 1994a). Entre génotypes, la dose d'azote à recommander varie dans de faibles proportions. Il est néanmoins indiqué, pour éviter des teneurs trop faibles en protéines, d'augmenter la dose de fertilisation pour les variétés tardives par rapport aux variétés précoces. Dans des essais variétaux, la fertilisation azotée doit être raisonnée en fonction du site et de la pluviométrie, de façon à exclure une réponse variétale différentielle, comme cela a été constaté à El Koudia en 1990/91 (Jaritz 1994c).

La dose de semis optimale varie en fonction de la pluviométrie, de l'interaction entre les facteurs d'environnement, du type d'exploitation et du génotype. Ainsi, l'effet de la densité de semis sur le rendement peut être largement compensé par le tallage. Etant donné la variabilité des conditions météorologiques, on peut, d'après nos résultats, se contenter de recommander pour la pratique en conditions "normales" une installation d'environ 225 plantes/m², calculée sur la base du PMG et du pouvoir germinatif, c'est à dire une quantité de semences qui varie d'environ 50 à 115 kg/ha.

Un problème essentiel de la culture d'avoine pure est sa faible teneur en protéines. Nos résultats montrent qu'elle peut être augmentée par la fertilisation azotée ou par l'exploitation précoce en sacrifiant une partie du rendement. L'environnement joue un rôle déterminant sur la teneur en protéines; le lessivage qui est fonction de la pluviométrie, et la minéralisation de l'azote qui est variable selon le sol et le précédent cultural, peuvent entraîner des fluctuations importantes de la teneur en protéines, parfois du simple au double. La possibilité de faire figurer la teneur en protéines parmi les critères de sélection n'est cependant pas envisagée actuellement.

Concernant l'aptitude à l'ensilage, Köller (1994) a étudié en 1990/91, 1991/92 et 1992/93 respectivement 36, 25 et 16 génotypes, y compris les relations entre phénotype et composition chimique. La quasi-totalité des génotypes étudiés ont montré une bonne aptitude à l'ensilage, exprimée par le quotient glucides hydrosolubles/pouvoir tampon. Néanmoins, il y a eu évidence dans les essais que la qualité de l'ensilage est améliorée par

l'inoculation avec *Lactobacillus*, ce qui laisse supposer que sa population naturelle n'est pas optimale. Dans le mélange vesce-avoine, l'aptitude à l'ensilage baisse avec l'accroissement de la proportion de vesce.

2.1.2. Autres céréales fourragères d'hiver: orge, triticale, seigle

Selon les statistiques du MARA, l'orge fourragère occupait entre 1990/91 et 1992/93 en moyenne 84.800 ha et le pois-orge 9.400 ha. Ces emblavures se trouvent réparties sur toutes les zones agricoles, y compris l'irrigué, et servent essentiellement d'affouragement en vert. Cependant, la surface d'orge fourragère indiquée par les statistiques ne reflète pas sa réelle importance pour l'alimentation du cheptel. En effet, les deux millions d'hectares d'orge céréalière emblavés approximativement chaque année servent beaucoup plus à l'alimentation animale qu'humaine. Notons que la relation grains/paille varie de 1:1-6 en fonction de la zone et de la saison; cela signifie que la valeur de la paille dépasse souvent celle des grains. L'utilisation de l'orge est multiple: en vert, grains, paille, déprimage, foin, ensilage. Cependant, son exploitation principale est largement déterminée par la zone climatique et le système de production. Pour cela, les thèmes de recherche sur l'orge doivent être définis particulièrement en fonction de la région ciblée. Conformément à l'importance de l'orge en zones à faible pluviométrie, les recherches sur l'orge constituent la principale tâche du Centre d'Aridoculture à Settat. Bien que l'eau soit le premier facteur limitant dans les zones à faible pluviométrie, des résultats récents provenant de Syrie indiquent que la fertilisation phospho-azotée peut augmenter substantiellement le rendement et l'efficacité de l'utilisation de l'eau (Jones 1992).

D'autres possibilités d'intensification de la culture d'orge sont l'introduction d'une légumineuse (*Medicago* spp., *Pisum*, *Lathyrus*, *Vicia*) dans l'assolement, en vue d'une conservation sous forme de foin ou d'ensilage si le rendement en grains risque d'être trop bas. Etant donné que le Programme Fourrages a concentré ses activités dans les régions à pluviométrie >300 mm, seuls quelques aspects de la culture d'orge ont été abordés (Jaritz 1994a; b), parmi lesquels nous citerons:

- l'aptitude variétale au déprimage est particulièrement bonne chez les variétés Tamalalt, ACSAD 60 et Aglou (Amri et Boulanouar 1990);

- l'intérêt de remplacer l'orge à grains sensible aux maladies cryptogamiques dans la zone côtière par triticale;

- l'intérêt de remplacer l'orge pâturée par des prairies à *Medicago* spp. annuelles ou à trèfle souterrain vu leur prix par UF plus favorable;

- l'utilisation d'environ 30 kg d'orge/ha comme plante/abri pour le semis de prairies à *Medicago* spp. ou à trèfle souterrain en vue d'augmenter la production hivernale en première année;

- l'intérêt de l'orge pour l'ensilage précoce, suivie par d'autres espèces afin de bien échelonner le chantier d'ensilage.

Selon les statistiques du MARA, le seigle et le triticale fourrager n'occupent que quelques mille hectares. Bien que nos résultats aient confirmé que de toutes les céréales d'hiver, le seigle est la culture la plus apte au pâturage pluricyclique, la mieux adaptée aux sols sableux et la plus apte à servir de plante-abri dans l'installation de prairies à base de légumineuses annuelles, son utilisation ne progresse pas, probablement à cause de son faible potentiel de rendement en grains.

Par contre, le triticale se distingue par un important potentiel de rendement en grains et il progresse au moins en tant que culture céréalière. Celle-ci s'adapte à une large gamme de sites, y compris les sites inaptes au blé pour cause d'acidité et de faible capacité de rétention. Son intérêt en tant que culture fourragère a d'abord été stimulé par le manque de semences d'avoine, mais son potentiel fourrager reste néanmoins peu connu. Les caractéristiques positives observées chez le triticale sont sa résistance aux maladies, un comportement relativement mieux prévisible dans les associations céréales-légumineuse et une aptitude remarquable à l'ensilage (Köller 1994). Pour cela, le triticale mérite d'être étudié de la même façon que l'avoine, notamment pour les aspects:

- relations génotypes - techniques de production et utilisation
- relations génotypes - valeur nutritive et
- relations génotypes - aptitude à la conservation.

Un projet spécifique pour le triticale fourrager a été prévu pour la région Bour Intermédiaire Atlantique (INRA 1994b).

2.1.3. Sorgho fourrager

Pour cette espèce, les travaux de recherche ont démarré tout récemment, en 1990 dans la région de Tanger. L'objectif des travaux en cours visent l'étude du potentiel de cette culture en bour dans la région en vue de diversifier la sole fourragère et d'équilibrer le calendrier alimentaire. Les résultats préliminaires sont très prometteurs (Baya 1994a). Deux coupes ont été réalisées avec un rendement maximum de 14,2 tonnes de matière sèche par hectare, obtenu avec l'apport de 150 unités d'azote, 50 au semis et 100 après la première coupe.

2.1.4. Vesce

La culture du mélange vesce-avoine était pendant très longtemps la principale culture fourragère non irriguée au Maroc. Mais depuis environ 5 ans, les superficies emblavées en vesce-avoine continuent à diminuer au profit de l'avoine en monoculture (Jaritz 1994c). L'une des causes de cette diminution des superficies emblavées en vesce-avoine est le prix élevé des semences de vesce expliqué par le faible niveau des rendements en semences dû à la déhiscence des gousses à maturité.

Pour pallier à ce problème de déhiscence des gousses de vesce à maturité, un programme de recherche a été entamé en 1990 en vue d'évaluer la variabilité du caractère d'égrenage au sein du germoplasme local et étranger et de rechercher les éventuelles corrélations entre les critères définissant l'égrenage et les caractéristiques morphologiques et génétiques. Les résultats montrent qu'il existe des possibilités de sélection de cultivars à faible taux d'égrenage aussi bien au sein du matériel étranger (Lahlou et Birouk 1993) que dans les populations locales (Francis *et al.* 1994).

Les efforts visant l'élargissement la gamme des variétés disponibles ont abouti à l'inscription au Catalogue Officiel en 1992 d'une nouvelle variété de *Vicia villosa*. Trois autres variétés (2 de *V. narbonensis* et une de *V. sativa*) sont en cours d'inscription.

2.1.5. Lupin

Le Maroc dispose de superficies importantes de sols sableux et limoneux-sableux acides aptes à la culture du lupin. Actuellement, la culture du lupin est limitée à quelques milliers d'hectares et est pratiquée essentiellement avec l'ancienne variété Multolupa et une population du Gharb. La disponibilité

de variétés peut être rapidement augmentée par l'introduction de variétés commerciales.

Les expérimentations entreprises ont clairement montré que le lupin blanc est adapté aux sols neutres, sableux et sablo-limoneux à Had Soualem (région d'El Jadida), El Koudia (région de Rabat), El Menzeh (région de Kénitra) et Asilah (Tangérois). Des rendements élevés dépassant les 30 quintaux de grains par hectare ont été obtenus par les variétés Multolupa et Kiev Mutant. Cette dernière variété sera proposée à l'inscription au Catalogue Officiel.

Par ailleurs, des efforts sont déployés pour exploiter le potentiel génétique des espèces locales de lupin, et particulièrement *Lupinus atlanticus*. Cette espèce endémique du Maroc est très répandue dans l'Anti-Atlas et le Haut-Atlas (Gladstones 1973) et a été rencontrée récemment dans le Moyen-Atlas (Beale *et al.* 1991; Buirchell 1992). Un grand intérêt de cette espèce est son adaptation aux conditions difficiles des chaînes de l'Atlas. Elle est particulièrement adaptée aux altitudes élevées (jusqu'à 1500 m) et aux pluviométries faibles (plus de 80% des populations ont été collectées dans des régions de moins de 500 mm). En plus, *L. atlanticus* possède l'avantage de supporter les sols lourds et alcalins mieux que les autres espèces de lupin (Buirchell et Cowling 1989). Les travaux actuellement en cours pour domestiquer cette espèce portent sur la sélection de populations exemptes d'alcaloïdes et à gousses non déhiscentes. Deux populations répondant à ces critères ont été identifiées et sont en cours de multiplication.

2.1.6. Bersim

Les recherches sur la culture du bersim ont démarré en 1991 dans le Nord-Ouest, seule région du pays où cette culture est pratiquée en bour. Si les superficies sont encore modestes, on peut s'attendre selon les tendances enregistrées au cours des dernières années, à une extension de cette culture qui entraînera l'amélioration qualitative et quantitative de l'alimentation du cheptel bovin laitier de la zone.

Les opérations de recherche en cours visent la sélection de variétés adaptées à la culture en bour dans le Tangérois. Dans un essai où 5 lots de semences - 2 variétés inscrites au Catalogue Officiel et 3 origines traditionnellement cultivées dans la région - ont été comparés, le rendement total moyen a été de 12,5 tonnes de matière sèche par hectare, obtenu avec 4 coupes. Deux origines locales ont eu un rendement significativement supérieur aux variétés inscrites.

2.1.7. Autres cultures fourragères (betterave fourragère, serradelle)

La gamme restreinte des espèces fourragères disponibles est l'une des contraintes au développement de l'élevage la plus régulièrement évoquée lors de l'analyse des problèmes. Cette question a été abordée par la mise en place de nombreux essais d'adaptation et d'autres activités expérimentales.

Cependant, les possibilités de diversification prouvées depuis longtemps sont souvent rejetées par les agriculteurs, car leurs arguments diffèrent de ceux des techniciens. Deux exemples notoires sont la quasi non-adoption du ray-grass d'Italie et du trèfle de Perse, malgré leurs propriétés techniques convaincantes. Le manque de semences souvent avancé n'est pas une explication acceptable, car c'est la demande qui est inexistante en réalité. Le Programme Fourrages a fait un effort pour contribuer au niveau de la recherche à la diversification des cultures fourragères en prolongeant peut-être la liste des espèces à caractéristiques techniques remarquables dont l'adoption par les exploitants posent des difficultés. Parmi ces cultures, nous citons deux exemples: la betterave fourragère et la serradelle.

L'intérêt de la betterave fourragère en bour sur des sols profonds à haute capacité de rétention a été démontré en petites parcelles et au niveau des exploitations dans le Nord-Ouest (Schulte-Batenbrock 1987; Bounejmate et Schulte-Batenbrock 1994). En se basant pour les racines et les feuilles sur une concentration énergétique, respectivement de 0,92 et 0,75 UFL/kg MS, des rendements > 8 000 UFL/ha ont été obtenus dans la région de Tanger, soit plus que toutes les autres espèces fourragères testées en bour. Le potentiel de rendement élevé de la betterave fourragère est associé à l'avantage de sa conservation facile au champ, pour être utilisée au fur et à mesure pendant la période sèche de l'été. Malgré ces atouts, l'adoption de la betterave fourragère par les agriculteurs est restée très limitée, probablement en raison des exigences inhérentes à sa culture et plus particulièrement le désherbage. Une enquête est prévue pour identifier davantage les contraintes à son adoption (INRA 1994b).

L'intérêt de la serradelle (*Ornithopus sativus*) en bour sur des sols sableux acides et relativement bien drainés a été mis en évidence dans la zone côtière à pluviométrie annuelle >400 mm (Carnap 1986; Jaritz *et al.* 1994). A Rabat, un rendement de 9,36 t MS/ha a été enregistré en moyenne de 8 variétés et de deux campagnes. La valeur nutritive d'*O. sativus* se distingue par une digestibilité élevée et une teneur élevée en protéines au stade végétatif, mais par une valeur énergétique relativement basse en fin de saison (Diallo 1985). *Ornithopus sativus*, en tant que culture pure ou en association avec une céréale

fourragère, peut occuper avantageusement une place sur ces sols sableux très pauvres et marginaux pour d'autres légumineuses fourragères.

2.2. Cultures fourragères irriguées

Par le passé, de gros efforts de recherche ont été déployés pour l'amélioration de la production fourragère en irrigué, résultant en un niveau de connaissances et un niveau d'application des résultats nettement meilleurs qu'en bour. Aussi, et considérant que l'application de toutes les connaissances techniques disponibles permettrait de doubler la production fourragère et animale, les recherches sur la production fourragère irriguée ne figurent pas parmi les priorités du Programme Fourrages (Jaritz et Bounejmate 1994). Toutefois, certaines actions ont été entreprises en complément des efforts déployés par l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.

2.2.1. Luzerne

La majorité des variétés de luzerne utilisées au Maroc sont très anciennes. En vue d'actualiser les recommandations en matière de choix variétal, une comparaison avec des variétés de luzerne plus récentes a été réalisée au Tadla (Glatzle 1986). Aucune des nouvelles variétés testées n'a pu fournir de rendements significativement supérieurs à ceux de la variété Africaine. Même les variétés à dormance hivernale telles que Cimarron et Kara ont produit un rendement annuel moyen qui n'était pas inférieur aux variétés actives en hiver; elles étaient par contre nettement plus résistantes aux maladies prépondérantes pendant l'hiver et le printemps comme *Pseudopeziza*, *Perenospora*, *Ascochyta* et des viroses. Parmi les variétés actives en hiver, UC Salton, Matador et Siriver se sont distinguées par leur tolérance élevée vis-à-vis des maladies et ravageurs. Par contre aucune variété résistante au ravageur prodénia (*Spodoptera littoralis*) n'a pu être déterminée. La variété Africaine reste donc toujours assez bien adaptée; elle devrait tout de même être remplacée progressivement par une variété plus récente, active en hiver étant plus résistante aux différentes maladies telle que UC Salton.

En vue de maximiser le rendement par unité de surface, un essai a été conduit où une culture intercalaire à été introduite durant la période de dormance hivernale de la luzerne (Glatzle 1986). Le ray-grass à croissance rapide (*Lolium westerwoldicum*) devait augmenter le rendement hiver et en même temps, profiter de l'azote fixé par la luzerne. Les résultats n'ont pas répondu aux attentes lors de la conception de l'essai. En raison de la dormance hivernale très réduite de la variété de luzerne répandue dans le Tadla,

Africaine, le développement de *Lolium* semé entre les lignes de luzerne a été fortement altéré par la concurrence de la luzerne. Sans fertilisation azotée, le rendement de *Lolium* a été dans la première année de luzerne inférieur à 10% du rendement hivernal de luzerne. D'autre part, le rendement de luzerne en association avec *Lolium* ainsi que le rendement total ont été moins élevés qu'en culture pure. Ceci a été également le cas lorsque l'écart entre les lignes de luzerne fût élargi de 30 à 50 cm dans le but de réduire l'effet de concurrence de *Lolium*. Dans la deuxième année de luzerne, le rendement de *Lolium* a atteint, avec 3 t MS/ha, environ 1/3 du rendement d'hiver de la luzerne; le rendement total (*Lolium* + luzerne) n'a pas différé de celui de la culture pure de luzerne. On peut donc conclure, qu'en raison de l'absence d'une dormance hivernale prononcée chez la variété africaine le Tadla, l'introduction d'une culture intercalaire annuelle d'hiver n'est pas à conseiller au Tadla.

Un essai de fertilisation phosphatée de luzerne en irrigué, conduit pendant cinq années a mis en évidence l'importance du niveau initial du sol en phosphore. Lorsque le sol est initialement pauvre en phosphore (4 à 22 ppm P_2O_5), les rendements de la luzerne augmentent linéairement avec des doses progressives du phosphore apporté (0 à 800 kg P_2O_5/ha pour l'installation et 0 à 240 kg P_2O_5/ha pour l'entretien). Lorsque le sol est initialement riche en phosphore (22 à 53 ppm), le rendement maximal est atteint avec 240 kg de P_2O_5 d'entretien et sans fumure d'installation.

2.2.2. Bersim

A l'instar de ce qui a été testé pour la luzerne, et vue de maximiser la production par unité de surface, des essais ont été conduits dans le Tadla par l'association du bersim à des graminées à croissance estivale.

Pennisetum purpureum a été utilisé dans la campagne 82/83 comme graminée à croissance estivale. Suite à la grande sensibilité au froid de cette graminée, la pousse d'hiver a été médiocre et le peuplement hétérogène. Aussi, un nouvel essai a été installé en mars 1984 utilisant la variété de sorgho hybride Silk, graminée vivace également et plus résistante au gel. Le rendement de Silk dans l'année d'installation (avec 3 x 80 kg d'azote/ha) a été excellent: 3 coupes ont fourni 31,7 t MS/ha. Une culture hivernale (bersim) semé entre les lignes de sorgho a produit en plus 10 t MS/ha avec 3 coupes.

Contrairement aux attentes, la culture intercalaire de légumineuses n'a pas eu d'effet positif sur la croissance du sorgho en deuxième année par azote résiduel fixé dans le sol; la première coupe après la culture du bersim a même

montré une légère supériorité du sorgho sans culture intercalaire par rapport au sorgho avec culture intercalaire (rendement de 7,6 contre 6,6 t MS/ha; Glatzle 1986).

En conclusion, on peut constater qu'avec environ 40 t MS/ha/an, une culture double de sorgho vivace et bersim, à rythmes de croissance complémentaires, constitue certainement le mode de culture fourragère irriguée le plus intensif, conçu spécialement pour les petites exploitations étant donné que les coupes de bersim doivent être effectuées manuellement pour ne pas endommager les souches du sorgho.

2.2.3. Maïs fourrager

Les travaux de recherche sur cette espèce ont démarré tout récemment, en 1990. Les recherches portent essentiellement sur l'actualisation du choix variétal afin de mettre à profit le progrès génétique réalisé ailleurs. Une fiche technique sur la culture du maïs fourrager, synthétisant les résultats obtenus a été récemment publiée (Baya 1994b). Par ailleurs, un nouvel axe de recherche a été récemment initié en collaboration avec l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Il s'agit de la modélisation de la culture du maïs. Les résultats préliminaires ont été publiés (Baya 1994c).

2.3. Cultures pastorales

Un intérêt particulier a été accordé aux cultures pastorales, étant donné

- qu'elles représentent un grand potentiel de production par rapport à la production actuelle via le remplacement des jachères pâturées et de la céréaliculture sur les sites marginaux,

- que leur faible utilisation est en grande partie due à un déficit en recherche et

- qu'elles peuvent produire les UF les moins chères par rapport aux autres cultures fourragères.

Bien qu'un nombre important d'espèces ait été testé, couvrant pratiquement l'ensemble des sites cibles, les *Medicago* spp. annuelles et le trèfle souterrain ont été privilégiés en raison de leur importance potentielle dominante et leur soutien politique par l'opération Ley Farming du MARA

(Amine 1991). Le Programme Fourrages a largement expérimenté en petites et en grandes parcelles les aspects de la culture de ces espèces et fourni les recommandations nécessaires pour la pratique.

2.3.1. *Medicago* spp. annuelles

L'intérêt agronomique des *Medicago* spp. annuelles se concentre sur les régions à pluviométrie annuelle d'environ 300 à 500 mm, de <1000 m d'altitude et d'une température minimum moyenne de janvier >2,5° C pour la plupart des variétés courantes. L'utilisation dominante est une rotation avec céréale, la durée de la phase prairiale variant normalement de 1 à 3 ans; mais les *Medicago* annuelles conviennent également aux prairies de longue durée et à l'amélioration des parcours.

Les résultats de nombreux essais d'adaptation en petites et en grandes parcelles ont mis en évidence que les variétés australiennes couvrent une large gamme de sites variables par leur pH, la texture, le drainage et la durée de végétation. Ainsi, 13 variétés commerciales (Serena, Harbinger, Cyprus, Parabinga, Santiago, Paraponto, Circle Valley, Sava, Sephi, Paraggio, Jemalong, Tornafield et Zodiac), appartenant à 7 espèces, ont été recommandées en fonction de leurs exigences édaphiques et pluviométriques (Jaritz 1994d). En plus, des sélections d'écotypes locaux, y compris leur *Rhizobium*, provenant de vastes collectes ont été entreprises pour élargir l'aire d'adaptation et d'identifier les génotypes les plus performants (Bounejmate 1992; Cremer-Bach 1992; Thami-Alami 1994). Actuellement, 10 génotypes sont testés en vue de l'inscription au Catalogue Officiel, dont 6 ont été sélectionnés au Programme Fourrages. Parmi ces 10 génotypes, 5 appartiennent à *M. truncatula*, 2 à *M. polymorpha* et un chacun à *M. aculeata*, *M. orbicularis* et *M. tornata*.

En ce qui concerne la technique de production et d'utilisation, il a été démontré que les expériences australiennes peuvent en principe être adoptées (Amine 1991; Jaritz et Amine 1993; Jaritz 1994a et b). Ainsi, les recommandations à l'égard des techniques d'installation, de la fertilisation, de l'entretien et de l'exploitation ont été élaborées sur la base de nombreux essais et d'expériences de longue durée au niveau des exploitations (Jaritz 1994d). Cependant, dans la plupart des exploitations, l'utilisation d'une charge animale excessive limite la réussite du système d'autorégénération, en empêchant la formation et la conservation d'un stock de semences suffisant (Jaritz et Amine 1993). La majorité des agriculteurs intéressés considèrent les *Medicago* spp. annuelles comme une culture pâturée et non comme une partie d'un système de longue durée, et ne se préoccupent donc pas de la persistance. Pour cette raison, les chances du système ley farming au sens strict se limitent aux

exploitations capables d'assurer un stock suffisant de semences. Les expériences acquises au niveau de quelques grandes fermes indiquent que ceci est plus facilement réalisable avec le ley farming triennal ou quadriennal du type MM-C ou MMM-C qu'avec le ley farming biennal (M-C) favorisé par l'opération Ley Farming du MARA (Jaritz 1994b et d). En dehors du contrôle de la charge (surtout pendant les périodes critiques), des améliorations, telles que le choix d'une variété à taux élevé de graines dures et le travail superficiel du sol, peuvent substantiellement augmenter la performance des prairies à *Medicago* spp. annuelles. Les principaux facteurs limitant l'adoption du système ne sont plus localisés au niveau de la recherche mais au niveau des exploitations.

2.3.2. Trèfle souterrain

Bien que quelques spp. de *Medicago* annuelles coexistent spontanément avec une ou plusieurs ssp. de *Trifolium subterraneum*, ce dernier possède un avantage relatif d'adaptation dans la zone à pluviométrie de 350 à >1000 mm sur des sols acides à texture variable, de préférence limono-sableuse, où il peut être cultivé jusqu'à environ 1.400 m d'altitude (Jaritz 1994e). L'atout du trèfle souterrain par rapport aux *Medicago* spp. annuelles est sa résistance plus élevée au pâturage, aussi bien au stade jeune que - grâce à sa géocarpie - au stade de maturation. Au Maroc, il peut être cultivé soit en prairie temporaire sur des sites arables, soit surtout en prairie de longue durée sur des sites inaptes ou marginaux aux grandes cultures. La culture du trèfle souterrain a été expérimentée en détail sur les sites indiqués dans la zone atlantique (région de Tanger, Larache, Rabat, Chtouka) et sur les plateaux de Oulmès/Khémisset (Bounejmate 1987; Bätke 1994; Jaritz 1992).

Les résultats des essais d'adaptation en petites parcelles et les tests au niveau des exploitations ont prouvé que des variétés commerciales australiennes, notamment Nungarin, Dalkeith, Seaton Park, Woogenellup, Karridale, Clare, Rosedale et Trikkala, sont tout à fait utilisables au Maroc à condition de respecter leurs exigences édapho-climatiques (Jaritz 1994e). Néanmoins, en supposant que les écotypes autochtones possèdent une adaptation supérieure, plus de 800 écotypes ont été collectés en 1987/88 et ont été évalués en vue de leur utilisation pratique (Matthäus 1990; Aabbar 1994). En 1993/94, 3 sélections provenant de ce matériel ont été testées pour l'inscription au Catalogue Officiel. Les écotypes marocains se distinguent en particulier par un taux élevé en graines dures. En ce qui concerne les techniques culturales, de nombreux essais en petites et grandes parcelles, notamment sur la fertilisation, l'entretien et l'exploitation, ont été réalisés, dont les résultats ont été résumés et exprimés sous forme de recommandations

pratiques (Bätke 1994; Jaritz 1992 et 1994e). Une particularité de la culture du trèfle souterrain sur des sites fortement acides est la nécessité d'une inoculation avec *Rhizobium* et/ou parfois d'un chaulage (Jaritz 1987). A cet effet, une technique simple de confectionner des semences enrobées a été adoptée et proposée aux intéressés par le Programme Fourrages.

Au total, seulement quelques mille hectares de prairies à trèfle souterrain ont été semés, essentiellement dans le Nord-Ouest, contre environ 45 000 ha de prairies à *Medicago* spp. annuelles. La performance des prairies à trèfle souterrain a été étudiée par une enquête menée dans le Nord-Ouest. Ainsi, il a été démontré que la réussite des améliorations pastorales dépend essentiellement du statut juridique des terres. La plupart des prairies installées dans des fermes privées montrent une performance satisfaisante, mais sur des terres collectives, les échecs sont fréquents à cause de problèmes de gestion et d'organisation non maîtrisés par les usagers (Jaber 1994).

2.3.3. Autres cultures pastorales

Parmi les espèces et variétés autres que *Medicago* spp. annuelles et trèfle souterrain, testées dans des essais d'adaptation sur des sites marginaux ou inaptes aux grandes cultures, seul un nombre restreint a atteint le niveau des tests en grandes parcelles, à savoir *Lolium rigidum, Ornithopus compressus, Ehrharta calycina, Phalaris aquatica, Festuca arundinacea et Trifolium fragiferum* (tableau 1). Comme les *Medicago* et le trèfle souterrain, ces espèces rencontrent des limitations socio-économiques à leur extension, telles que le titre foncier, le morcellement et la taille réduite des exploitations. Plusieurs espèces citées dans tableau 1 connaissent également des limitations d'ordre technique, par exemple:

- *Lolium rigidum* persiste souvent mal, car il est brouté de préférence au stade de fructification par rapport aux graminées annuelles concurrentes;

- la culture d'*Ornithopus compressus* est difficilement maîtrisable, à cause de la faible faculté germinative des semences commerciales, le manque d'herbicides sélectifs en post-levée et le pâturage pendant la fructification (Jaritz *et al.* 1994);

- *Ehrharta calycina* persiste mal sous pâturage continu et ne permet pas de rendements aussi élevés que d'autres cultures, telles que le lupin et le seigle, qui sont parfois possibles sur les sites en question;

- *Phalaris aquatica* est limitée par sa faible tolérance aux conditions hydromorphes et la disponibilité insuffisante des variétés à dormance estivale adéquate;

- d'excellentes performances ont été obtenues avec la fétuque et le trèfle fraise, soit en mélange, soit en culture pure de fétuque. Les difficultés rencontrées sont essentiellement liées à l'adaptation de l'exploitation aux conditions d'excès hydrique temporaire. Plusieurs prairies persistent depuis plus de 10 ans, malgré une exploitation parfois très imparfaite. La culture des prairies à fétuque/trèfle fraise devrait être concentrée dans les bas-fonds qui conviennent mal aux cultures de printemps.

Tabl. 1: Aptitude des espèces pastorales peu cultivées selon des tests en grandes parcelles

Espèce	Type de site* 1	2	3	4	5	6	Pluviom. annuelle mm	Lieux expérimentaux
Lolium rigidum		x	x	x	x	x	600-900	Had Soualem
		x		x	x	x	450-600	Ain Aouda, El Koudia
		x		x	x	x	300-450	Zouada, Tangérois
Ornithopus compressus	x						600-900	Had Soualem
		x					450-600	Zouada
	x						300-450	
Ehrharta calycina	x						600-900	Zouada
			x				450-600	
			x				300-450	Had Soualem
Phalaris aquatica				x		x	600-900	Tangérois
				x	x		450-600	Zouada
					x		300-450	Ain Aouda, Oulmès
Festuca arundinacea				x	x	x	600-900	Tangérois
					x		450-600	Zouada
					x		300-450	
Trifolium fragiferum					x	x	600-900	Tangérois
						x	450-600	Zouada
							300-450	Oulmès

* 1 = sols sableux acides et secs
2 = sols sableux acides humides et très humides
3 = sols sableux alcalins et secs
4 = sols profonds à haute capacité de rétention, assez bien drainés
5 = sols de bas-fonds humides et très humides
6 = vertisols et sols vertiques

2.4. Arbustes fourragers

Les travaux du Programme Fourrages en matière d'arbustes fourragers ont d'abord été focalisés sur des sites non arables et arides (Krakra) et semi-arides (Chtouka et Had Soualem) du Maroc occidental (Glatzle 1985; Mill 1988; Jaritz 1994a et b); plus tard sur des sites de l'Oriental (Baumann 1990;

Baumann et Jaritz 1994). Des essais d'adaptation, d'installation et de production ont été entrepris dans chaque site. Les travaux réalisés dans la région de Krakra et dans l'Oriental ont été poursuivis plus tard par les Programmes Aridoculture/Settat et Pastoralisme/Oujda respectivement. Parmi nos résultats, nous signalons en particulier les points suivants:

- Pour des sols superficiels de Krakra, Glatzle (1985) attire l'attention sur l'adaptation supérieure d'*Atriplex polycarpa*, qui peut être avantageuse dans les plantations de protection, vu la faible palatabilité de cette espèce.

- Sur les sols non arables à pseudogley de profondeur de Chtouka, la plantation d'arbustes fourragers est relativement peu prometteuse à cause du drainage insuffisant des terres.

- A Had Soualem par contre, sur des sites non arables à texture sableuse, l'adaptation particulière d'*Acacia cyanophylla*, d'*Atriplex nummularia*, d'*A. halimus* et de *Cytisus mollis* (existant également dans la végétation spontanée), a été confirmée. L'intérêt d'un désherbage au moment de l'installation a été mis en évidence, tandis que l'intérêt de la fertilisation dépend des conditions météorologiques et aussi du génotype. Dans des plantations au niveau de l'exploitation, la production annuelle de biomasse consommable a été estimée à 0,50 à 0,75 t MS/ha, disponible essentiellement pendant la période de soudure. Dans les plantations en grandes parcelles, il s'est avéré impossible de régler l'exploitation de façon rationnelle.

- Dans l'Oriental (région de Gouttitir et d'Ain Béni Mathar), les essais d'adaptation ont révélé la performance supérieure d'*Atriplex vesicaria*, *A. paludosa* et *A. halimus* par rapport à *A. nummularia*, habituellement utilisée dans les grandes plantations (Baumann et Jaritz 1994). Etant donné les conditions climatiques trop sévères, les essais de semis d'arbustes ont abouti à des résultats négatifs, qui excluent tout espoir d'application de telles techniques. On doit donc recourir à l'installation coûteuse par plantation. Cependant, la faible production des arbustes fourragers ne peut rivaliser économiquement avec le prix de revient de l'UF produite par l'orge. Pour cela, les futures plantations doivent être limitées à la protection de sites particulièrement dégradés.

3. Amélioration de la jachère

Des essais pluriannuels, réalisés en petites et grandes parcelles dans des régions à pluviométrie de 370 à 800 mm (Had Soualem, Zouada, Oulmès et Tanger), ont démontré que la végétation spontanée des jachères riches en graminées annuelles peut être transformée en prairies graminéennes à dominance de *Lolium rigidum* moyennant une fertilisation azotée associée à un désherbage chimique antidicotylédone (Bätke 1992). Une dose totale de 80 à 120 kg N/ha a permis un surplus de rendement de 20-40 kg MS/kg N, soit un rendement en MS doublé à quadruplé par rapport à la jachère non fertilisée. Sur des sites à hiver doux et pluvieux et des sols à capacité de rétention élevée, des doses supérieures à 250 kg N/ha peuvent être valorisées économiquement. Le meilleur précédent cultural pour ce type d'amélioration est une culture céréalière à grains, dans laquelle *Lolium rigidum* atteint la maturité des semences.

Sur les mêmes sites, la fertilisation phosphoro-potassique n'a pas permis la transformation de la végétation en pâturages riches en légumineuses et productifs dans un laps de temps acceptable. Cela a été dû chez la plupart des sites à une composition botanique initiale trop pauvre (Jaritz 1992 et 1994 b).

4. Amélioration des parcours non arables dans la zone agricole

Les possibilités d'améliorer les parcours non arables dispersés dans la zone agricole par d'autres mesures que la plantation d'arbustes fourragers ont été examinées à Krakra, Had Soualem, Zouada et Norafri.

A Krakra, une méthode de contrôler *Ziziphus lotus* avec Picloram (1 % Tordon 22 K), appliqué sur les troncs d'arbustes fraîchement coupés, a été mise au point, tandis que les pulvérisations de Velpar S, U 46 spéciale, Karmex et Roundup sont restées sans grand effet (Glatzle 1985).

A Had Soualem, l'effet positif de la mise en défens d'un matorral clair sur sols sableux superficiels a été démontré par l'augmentation nette de la proportion d'espèces palatables notamment de légumineuses, d'*Erodium laciniatum* et de *Cytisus mollis* ainsi que la forte réduction d'*Asphodelus microcarpus* (Jaritz 1994 b).

Sur le même site, un screening d'herbicides a identifié l'effet efficace d'aminotriazole pour contrôler *Asphodelus microcarpus* ainsi que les arbustes non désirables *Asparagus horridus*, *A. albus* et *Daphne gnidium* en augmentant simultanément la proportion de la graminée désirée *Dactylis glomerata* (Jaritz 1994 b).

Par contre, les essais d'amélioration de la composition botanique des parcours de Had Soualem par semis aérien de semences enrobées sans préparation du lit de semences n'ont pas abouti à des résultats applicables (Bätke 1990).

A Zouada, un essai sylvopastoral sur 65 ha d'une suberaie, avec débroussaillement, élagage, fertilisation et semis d'une prairie à *Trifolium subterraneum*, a indiqué que le système espagnol de "dehesa", amélioré par l'introduction d'une prairie à légumineuses annuelles autorégénératrices, est techniquement aussi prometteur au Maroc (Jaritz 1992). Cependant, l'essai n'a pas fourni les résultats quantifiés attendus suite au contrôle insuffisant de l'exploitation.

A Norafri, dans un matorral sur pente, un screening d'herbicides, effectué en vue de contrôler des espèces non désirées, a démontré, conformément aux résultats de Krakra et Had Soualem, l'efficacité de

- aminotriazole pour le contrôle d'*Asphodelus microcarpus* et de
- piclorame et piclorame+2,4,5 T pour le contrôle de *Calycotome villosa* et de *Pistacia lentiscus*.

Chamaerops humilis n'a pas pu être contrôlé avec un herbicide dissous dans l'eau, mais par un mélange de 2,4 D et 2,4,5 T dissous dans du gasoil (Schulte-Batenbrock 1983 et 1984).

5. Revégétation des steppes dégradées

En plus des essais d'arbustes fourragers rapportés dans le chapitre 2.4., les techniques de semis d'annuelles après disc-pitting, l'installation de digues parallèles aux courbes de niveau et la mise en défens ont été étudiées sur des sites à végétation steppique de l'Oriental à Gouttitir, Ain Beni Mathar et Sidi Amer (Baumann 1989 et 1990).

A Gouttitir et à Ain Beni Mathar, les semis dans des dépressions confectionnées par disc-pitting de >200 écotypes locaux et libyens de *Medicago* spp. annuelles et de *Trigonella* spp. ont échoué complètement à cause de la quantité et de la répartition défavorables des pluies ainsi que de la fréquence des vents de sable.

A Ain Beni Mathar, la mise en défens durant 10 ans d'une steppe à *Artemisia herba alba* a eu pour effet d'augmenter sur les meilleurs sites, les

bas-pentes, le recouvrement végétal à 7,5% par rapport à 1,2% sous pâturage, cependant sans stimuler la régénération du peuplement d'*Artemisia* par égrenage.

La régénération des steppes dégradées peut être renforcée par des digues parallèles aux courbes de niveau, associées à la mise en défens, comme le démontre le recouvrement végétal augmenté dans de tels essais à Ain Beni Mathar et Sidi Amer. Cependant, l'ensemble de nos observations indiquent que le laps de temps nécessaire pour rétablir un tapis végétal convenable par de telles mesures est très long dans les conditions climatiques de l'Oriental.

6. Production de semences

La production de rendements élevés est conditionnée par la disponibilité de semences de qualité; celle-ci est cependant plus difficile à obtenir chez les cultures fourragères que chez d'autres cultures, en raison

- d'un certain antagonisme entre la fin d'utilisation comme fourrage ou culture à grains,
- des techniques de production de semences particulières de certaines cultures, surtout pastorales, et
- du nombre élevé d'espèces et variétés par rapport à la surface cultivée et la demande.

La contribution du Programme Fourrages à la production de semences a été focalisée sur l'expérimentation et la démonstration des techniques de désherbage et de récolte de cultures pastorales (Schulte-Batenbrock 1985; Jaritz 1987). Plus récemment, l'amélioration de la production de semences de la vesce avec le lupin ou la féverole comme tuteur a été expérimentée en station, les résultats n'ont pas encore été résumés et diffusés.

Vu la diversité des questions techniques en matière de production de semences, la recherche ne peut se charger que de quelques aspects spécifiques, qui sont à définir par l'ensemble des partenaires en question. Les services techniques des sociétés de semences devraient offrir un meilleur encadrement technique, actuellement très insuffisant, aux producteurs intéressés (Chaïbi et Rondia 1989).

7. Systèmes de production fourragère

Le terme système de production fourragère a été utilisé par le Programme Fourrages de l'INRA dans le sens que la plupart des activités d'expérimentation y contribuent, ce qui permet, par adoption des résultats au niveau des exploitations, l'optimisation des systèmes en place, et non dans le sens que des systèmes eux-mêmes soient l'objet d'expérimentation. Les contributions de la recherche aux systèmes de production fourragère passent essentiellement par trois étapes:

- dans la phase initiale, un diagnostic est établi pour cibler et planifier les activités qui sont encadrées par une stratégie orientée vers le développement;

- dans la phase d'exécution, les projets de recherche sont réalisés non seulement en station mais aussi au niveau des exploitations, des tests en grandes parcelles y compris;

- dans la phase finale, les résultats accumulés sont résumés sous forme de synthèse en vue de faciliter leur mise en pratique.

Le cadre diagnostic des 5 écorégions où le Programme Fourrages est actif, est l'analyse des contraintes qui sert de base à la programmation à long terme (INRA 1994b). L'instrument enquête est utilisé pour affiner la programmation au niveau des projets de recherche retenus, pour vérifier éventuellement leur validité mais aussi pour intensifier les contacts entre chercheurs et groupe cible. Dans ce sens, plusieurs enquêtes ont été entreprises, parmi lesquelles nous citons les études sur:

- la production fourragère dans la DPA de Tanger (Noutfia 1994),
- l'agroécologie des prairies à base de trèfle souterrain (Jaber 1994),
- l'utilisation des fourrages par des exploitations d'élevage laitier du Nord-Ouest (Ayadi 1994) et
- les contraintes alimentaires des exploitations d'élevage ovin de l'ANOC au Moyen-Atlas (Bätke 1994).

D'autres enquêtes sont en cours ou prévues et traiteront de la meilleure identification des contraintes à l'introduction des nouvelles technologies, par exemple de l'ensilage ou d'une culture telle que la betterave fourragère.

Une part importante des opérations de recherche est exécutée au niveau de l'exploitation pour pérenniser le dialogue entre chercheurs et agriculteurs et pour faciliter la pré-vulgarisation des résultats. Au cours des 13 dernières

années, plus de la moitié des essais ont été entrepris hors station dans des exploitations. Il est prévu que cela continue et que chaque antenne (sous-programme) régionale réalise une partie de l'expérimentation au niveau de quelques fermes référentielles, qui serviront de lieux de rencontre entre agriculteurs, vulgarisateurs et chercheurs.

Les sujets de synthèse qui caractérisent la phase finale d'un projet de recherche, peuvent concerner une culture, un système, tel que l'occupation du sol, le calendrier fourrager ou l'interaction entre aliments produits et achetés ainsi qu'une vue sur l'ensemble d'un système de production et l'utilisation fourragère sur un site donné. Citons comme exemple de ce dernier type de synthèse les résumés des activités expérimentales dans les régions de Larache, Had Soualem et Chtouka (Jaritz 1992; Jaritz 1994a et b).

Des exemples de résumés de nouvelles technologies sur des cultures individuelles sont les fiches techniques sur les plantes fourragères (INRA 1994a), qui traitent de la betterave fourragère, du lupin, du maïs fourrager, des *Medicago* spp. annuelles, du trèfle souterrain et de l'amélioration de la jachère, ainsi que la synthèse sur l'introduction du trèfle souterrain dans le Moyen-Atlas (Bätke 1994). A l'avenir, des résumés des résultats de tous les projets de recherche retenus seront à établir, respectivement à compléter. Ainsi, la recherche fournira sa contribution au transfert des nouvelles technologies, susceptibles d'améliorer les systèmes de production fourragère de chaque région cible du Programme Fourrages.

C. CONCLUSION

Il ressort de la présente synthèse que de gros efforts ont été déployés par le Programme Fourrages de l'Institut National de la Recherche Agronomique pour le développement de cultivars plus performants, la mise au point de procédés de production, d'exploitation et de conservation des plantes fourragères ainsi que pour l'élaboration de systèmes d'alimentation améliorés. De nombreuses références techniques et des solutions originales pour la diversification et l'amélioration de la production fourragère ont été produites et diffusées.

Certaines technologies nouvellement crées ont été facilement adoptées par les agriculteurs. C'est le cas par exemple des nouvelles variétés d'avoine. Par contre pour beaucoup d'autres résultats, le niveau d'application par les agriculteurs reste faible. Même des solutions cohérentes conçues à partir de références techniques et testées en vraie grandeur dans des fermes

expérimentales n'ont pas été adoptées par les agriculteurs. C'est le cas par exemple de la betterave fourragère et du système ley farming.

Le transfert de technologie et les études de l'impact économique restent un maillon faible dans le processus actuelle de la recherche fourragère. Nos efforts pour améliorer les chances d'adoption des résultats seront poursuivis en accordant davantage d'importance à la participation des utilisateurs lors des différentes étapes du processus de recherche, de la planification à l'évaluation de l'impact des résultats.

D. PERSPECTIVES

Malgré les progrès réalisés, les efforts visant le renforcement de la recherche fourragère doivent se poursuivre car les possibilités fourragères du pays sont encore largement sous-exploitées et l'apport de la recherche dans les années à venir va devenir de plus en plus important. Pour satisfaire les besoins de la population en lait et viande à l'an 2020, il faudra une production supplémentaire de 3 milliards d'unités fourragères. Pour ce faire, la contribution de la recherche est primordiale.

Les orientations de la recherche ont été définies et figurent dans le "Plan et stratégie à long terme du Programme Fourrages" (INRA 1994b). C'est sur la base de ce document que l'INRA arrête les opérations de recherche que conduiront à moyen terme les chercheurs du Programme Fourrages.

La régionalisation de la recherche constitue la pierre angulaire de notre stratégie. Il existe au Maroc une grande variété de climats, de sols et de systèmes d'élevage. Une telle variabilité demande une régionalisation des travaux de recherche aussi bien au niveau de l'identification des problèmes, de la planification que de l'exécution.

Les exploitations agricoles seront régulièrement suivies pour mieux comprendre les décisions et les choix des agriculteurs. Un diagnostic des exploitations est prévu pour les différentes régions en vue d'identifier les besoins en recherche et d'apprécier de façon réaliste les chances d'adoption des innovations techniques dans la pratique. Des exploitations référentielles serviront de site pour l'expérimentation et la démonstration des acquis ainsi que d'objet d'analyse économique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aabbar, K. (1994). Performance d'écotypes autochtones de *Medicago spp.* annuelles et de *Trifolium subterraneum* au Maroc. *Al Awamia* **84**, 51-66.

Al Faïz, C. (1990). Sélection de nouvelles variétés d'avoine au Maroc. *Al Awamia* **74**, 43-55.

Amine, M. (1991, Ed.). Ley Farming. Proceedings du Séminaire National, Février 1990, Rabat. Actes Editions.

Amri, A. et Boulanouar, B. (1990). Résultats préliminaires sur la recherche des orges à double fins. *Al Awamia* **74**, 76-81.

Ayadi, M. (1994). Diagnostic des exploitations d'élevage bovin laitier pour établir un programme de recherche fourragère. Rapport de titularisation. INRA, CRRA Tanger.

Bätke, C. (1990). L'enrobage des 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.

Bätke, C. (1994). L'introduction de *Trifolium subterraneum L.* en prairie permanente dans la région du Moyen-Atlas au Maroc. *Al Awamia* **84**, 129-64.

Bätke, C. (1994). Production fourragère et gestion de l'élevage dans six groupements de l'ANOC au Moyen-Atlas. *Al Awamia* **87**, 239-70.

Baumann, M. (1989). Région de l'Oriental. *Dans*: INRA/GTZ, Programme Fourrages. Rapport Annuel, pp. 144-63, Rabat.

Baumann, M. (1990). Possibilités et limites de l'installation d'arbustes fourragers en vue de l'amélioration pastorale des régions steppiques du Maroc Oriental - Résultats préliminaires. *Al Awamia* **74**, 85-105.

Baumann, M. (1990). Région de l'Oriental. *Dans*: INRA/GTZ, Programme Fourrages. Rapport Annuel, pp. 132-58, Rabat.

Baumann-Matthäus, M et Jaritz, G. (1994). Potentiel et contraintes des arbustes fourragers dans le Maroc Oriental. *Al Awamia* **87**, 125-40.

Baya, B. (1994a). Etude de la dose et du fractionnement de la fumure azotée sur le sorgho fourrager dans la région de Tanger. *Dans* "La Production Fourragère dans la zone nord du Maroc" (M. Bounejmate, Ed.) pp. 75-8. Programme Fourrages, INRA, Rabat.

Baya, B. (1994b). Culture du maïs fourrage en irrigué. *Dans* "Fiches Techniques sur les cultures fourragères". pp. 17-24. INRA, Rabat.

Baya, B. (1994c). Etude de l'interaction dates x doses de semis pour le maïs fourrager. *Al Awamia* **84**, 73-86.

Beale, P.E., Bounejmate, M., Lahlou, A., Marx, D.B., and Christiansen, S. (1993). Distribution of annual *Trifolium* species in Morocco. *Aust. J. Agric. Res.* **44**, 1303-10.

Beale, P.E., Lahlou, A., and Bounejmate, M. (1991). Distribution of wild annual legumes species in Morocco in relationship with soil and climatic factors. *Aust. J. Agric. Res.* **42**, 1217-30.

Bounejmate, M. (1987). Possibilités de diversification fourragère dans le Bas Pays Zaër. *Al Awamia* **62**, 64-80.

Bounejmate, M. (1992). Soil and climatic factors affecting the natural distribution of annual *Medicago* species in Morocco. Ph.D. thesis, The University of Western Australia.

Bounejmate, M. (1994). Contribution of the National Institute for Agricultural Research to the conservation of plant genetic resources in Morocco. *Al Awamia* **87**, 33-54.

Bounejmate, M. et Schulte-Batenbrock, T. (1994). Culture de la betterave fourragère. *Dans* "Fiches Techniques sur les cultures fourragères". pp. 1-7. INRA, Rabat.

Bounejmate, M., Beale, P.E., and Robson, A.D. (1992a). Annual *Medicago* species in Morocco. I. Species and their abundance. *Austr. J. Agric. Res.* **43**, 739-49.

Bounejmate, M., Beale, P.E., and Robson, A.D. (1992b). Annual *Medicago* species in Morocco. II. Distribution in relation to soil and climate. *Aust. J. Agric. Res.* **43**, 751-63.

Bounejmate, M., Buirchell, B.J., Birouk, A., Bouizgaren, A. et Saïdi, N. (1993). Distribution naturelle au Maroc de trois espèces de lupin en relation avec certains facteurs du milieu. *Al Awamia* **84**, 29-42.

Buirchell, B.J. 1992). Collecting wild *Lupinus* spp. in Morocco. *FAO/IBPGR Plant Genetic Newsletter* **90**, 36-8.

Buirchell, B.J. et Cowling, W. 1989). Development of rough-seeded *Lupinus* for agriculture. *Dans* "Proceedings of the 5th Australian Agronomy Conference, Perth". p 494.

Carnap, M. (1986). Pflanzenbauliche Untersuchungen an *Ornithopus compressus* und *O. sativus* im Hinblick auf Weideansaaten unter mediterranen Bedingungen. Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen, Heft 16, 153 p.

Chaibi, M. et Rondia, G. (1989). Le secteur des semences fourragères, situation actuelle et perspectives. GTZ, MARA, FAO, manuscrit ronéot., Rabat.

Cremer-Bach, M. (1992). Verbreitung und Eigenschaften annueller *Medicago* spec.-Ökotypen in Marokko. Thèse de doctorat, Universität Giessen.

Diallo, A. (1994). Influence du régime de coupe et du génotype sur la valeur nutritive et la production de la serradelle (*Ornithopus compressus* et *O. sativus*). Thèse de 3ème cycle de l'IAV Hassan II, Rabat.

Feniche, F.A. (1993). Distribution naturelle et caractérisation agromorphologique des populations locales de *Medicago aculeata* au Maroc. Mémoire de 3ème cycle de l'IAV Hassan II, Rabat.

Francis, C.M., Bounejmate, M. and Robertson, L. (1994). Observations on the distribution and ecology of *Vicia* and *Lathyrus* species in northern Morocco. *Al Awamia* **84**, 17-27.

Gladstones, J.S. (1973). Observations on the distribution and ecology in Iberia and North Africa of some annual legumes adapted to neutral and acid soils. *Aust. Plant Introd. Rev.* **11**, 9-23.

Glatzle, A. (1985). Actual and potential rôle of aridoactive forage shrubs in Western Morocco. FAO Sub-Network on Mediterranean Pastures, 4th Meeting, Elvas/Portugal. Bulletin 4, 129-136.

Glatzle, A. (1985). Etat et perspectives des essais d'amélioration pastorale à Krakra. Manuscr. ronéot., Rabat.

Glatzle, A. (1986). Etat et perspectives des activités expérimentales pour l'intensification de la production fourragère en irrigué à Déroua. Document ronéo., 6p. INRA, Rabat.

INRA (1994a). Fiches Techniques sur les plantes fourragères. INRA, Rabat.

INRA (1994b). Stratégie et plan à long terme du Programme Fourrages. INRA, Rabat.

Jaber, A. (1994). Etude agroécologique des prairies à base de trèfle souterrain (*Trifolium subterraneum* L.) dans la zone du bour favorable atlantique. *Dans* "La Production Fourragère dans la zone nord du Maroc" (M. Bounejmate, Ed.) pp. 31-39. Programme Fourrages, INRA, Rabat.

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.

Jaritz, G. (1992). Synthèse de sept années d'expérimentation pastorale et fourragère à Zouada près de Larache. *Al Awamia* **79**, 75-124.

Jaritz, G. (1994a). L'amélioration pastorale et du système de la production fourragère à Chtouka près d'Azemmour. *Al Awamia* **84**, 97-128.

Jaritz, G. (1994b). Dix années d'expérimentation sur la production fourragère au niveau de l'exploitation à l'UREO Had Soualem. *Al Awamia* **84**, 165-228.

Jaritz, G. (1994c). Vers une culture plus performante de l'avoine fourragère. *Dans* "La Production Fourragère dans la zone nord du Maroc" (M. Bounejmate, Ed.) pp. 53-74. Programme Fourrages, INRA, Rabat.

Jaritz, G. (1994d). *Medicago spp.* annuelles et système ley-farming. *Dans* "Fiches Techniques sur les cultures fourragères". pp. 25-36. INRA, Rabat.

Jaritz, G. (1994e). *Trifolium subterraneum* (trèfle souterrain). *Dans* "Fiches Techniques sur les cultures fourragères". pp. 37-47. INRA, Rabat.

Jaritz, G. et Amine, M. (1993). Practical experiences with the implementation of annual medic-based ley farming system in Morocco. *Dans* "Introducing Ley Farming to the Mediterranean Basin" (S. Christiansen *et al.*, Ed.). pp. 30-43. ICARDA, Aleppo, Syria.

Jaritz, G. et Bounejmate, M. (1994). Evolution de la recherche sur les fourrages à l'INRA entre 1981 et 1993. *Al Awamia* **84**, 3-16.

Jaritz, G., Carnap, M. et Diallo, A. (1994). Le potentiel d'*Ornithopus compressus* et d'*O. sativus* au Maroc. *Al Awamia* **87**, 189-212.

Jones, M.J. (1992). Cereal production and its relationship to livestock. The point of view of the agronomist. *Dans* "Livestock in the Mediterranean cereal production systems" (F. Guessous, A. Kabbali et H. Narjisse, Eds.). Pudoc Sci. Publ., Wageningen, 14-9.

Köller, M. (1994). Caractères morphologiques, valeur nutritive, aptitude à l'ensilage et qualité de l'ensilage des génotypes d'avoine. *Al Awamia* **87**, 155-72.

Lahlou, A. et Birouk, A. (1992). Evaluation préliminaire de la diversité de la vesce commune (*Vicia sativa*) en relation avec l'égrenage. *Al Awamia* **79**, 51-62.

Matthäus, D. (1990). Sélection d'écotypes locaux de trèfle souterrain. *Al Awamia* **74**, 33-42.

Matthäus, D. (1992). Verbreitung und Eigenschaften spontan vorkommender *Trifolium subterraneum* Genotypen in Marokko. Thèse de doctorat, Universität Giessen.

Mill, E. (1988). Région d'El Jadida. *Dans* "INRA/GTZ, Programmes Fourrages, Rapport Annuel". pp. 185-91. INRA, Rabat.

Noutfia, A. (1994),. Connaître les exploitations pour définir les thèmes de recherche fourragère. Rapport sur une enquête dans le Tangérois. *Al Awamia* **84**, 87-96.

Orth, S. (1994). Zur Zweifachnutzung von Hafer (*Avena sativa L.*) im mediterranen Raum. Thèse de doctorat, Universität Giessen, sous presse.

Saïdi, S. (1992). Caractérisation des types d'adaptation des variétés d'avoine. *Al Awamia* **79**, 63-73.

Saïdi, S. et El Yamani, M. (1994). Evaluation de la résistance au BYDV d'une collection indigène d'avoine sauvage. *Al Awamia* **84**, 43-50.

Saïdi, S. et Souihka, A. (1994). Note sur les performances des nouvelles variétés d'avoine dans la région de Tanger. *Dans* "La Production Fourragère dans la zone nord du Maroc" (M. Bounejmate, Ed.) pp. 49-51. Programme Fourrages, INRA, Rabat.

Schulte-Batenbrock, T. (1983). Norafri. *Dans*: INRA/GTZ, Station Centrale des Plantes Fourragères. Rapport Annuel, pp. 89-91, Rabat.

Schulte-Batenbrock, T. (1984). Norafri. *Dans*: INRA/GTZ, Station Centrale des Plantes Fourragères. Rapport Annuel, pp. 90-2, Rabat.

Schulte-Batenbrock, T. (1985). M'Da. *Dans* "INRA/GTZ, Programme Fourrages, Rapport Annuel". pp. 111-7. INRA, Rabat.

Schulte-Batenbrock, T. (1987). Résultats des essais de réintroduction de la betterave fourragère dans la région de Tanger. *Al Awamia* **62**, 114-32.

Thami Alami, I. (1994). Prospektion, Selektion sowie Prüfung auf Effektivität von säuretoleranten *Rhizobium meliloti*-Stämmen für den Anbau von annuellen *Medicago*-Arten auf sauren und schwach sauren Böden in Marokko. Thèse de doctorat, Universität Giessen.