

## LE POTENTIEL D'*ORNITHOPUS COMPRESSUS* ET D'*O. SATIVUS* AU MAROC

G. JARITZ<sup>1</sup>  
M. CARNAP<sup>1</sup>  
A. DIALLO<sup>2</sup>

### SUMMARY

In order to extend the range of available pasture and forage legumes to acid sandy soils, the scope for introduction of *Ornithopus compressus* and *O. sativus* was evaluated through adaptation and cultural technique trials, the study of the nutritive value and on farm testing at Rabat-Guich and seven other sites with an annual rainfall varying from 343 to 771 mm.

Dry matter yields (t/ha) were on average of 1983 and 1984 and of 8 genotypes per species at Rabat 7.9 for *O. compressus* and 9.4 for *O. sativus*. Of *O. compressus* two tunisian ecotypes performed best, of *O. sativus* the cultivars Aza and INRA 6066. In trials on sowing date, seeding rate, sowing with cover crops, fertilization and different cutting systems, *O. compressus* and *O. sativus* performed similarly as annual medics except their negative yield response to liming.

The nutritive value of *O. compressus* and *O. sativus* had distinguished high digestibility and crude protein content during the vegetative stage but low energy values at the end of the season (0.29 - 0.50 UFV and 0.41 - 0.59 UFL/kg DM).

On farm plot testing of *O. compressus* identified cultivation technique constraints due to the low germination percentage of commercial seed (pod segments), poor winter growth and the lack of selective post-emergence herbicides.

It has been concluded that the agronomic interest of *O. compressus* and *O. sativus* is restricted to non-calcareous deep sandy soils in the zone with more than 400 mm annual rainfall where *Medicago tornata* and *Trifolium subterraneum* fail. There, *O. compressus* is the best suited pasture legume and *O. sativus* the best suited forage legume for pure stand or in mixture with a forage cereal.

<sup>1</sup> INRA/Programme Fourrages, B.P. 415, Rabat

<sup>2</sup> IAV Hassan II, Rabat

**Key words:** *Ornithopus compressus* and *O. sativus*, adaptation, introduction, genotypes, cultural techniques, nutritive value, on farm experimentation.

## RESUME

En vue d'élargir la gamme des légumineuses pastorales et fourragères utilisables pour des sols sableux acides, la possibilité d'introduire *Ornithopus compressus* et *O. sativus* a été étudiée moyennant des essais d'adaptation et de techniques culturales, l'étude de la valeur nutritive ainsi que des tests en milieu réel, réalisés à Rabat-Guich et sur 7 autres sites, dont la pluviométrie annuelle est comprise entre 343 et 771 mm.

Le rendement moyen de matière sèche produite en petites parcelles par 8 génotypes de chaque espèce testés à Rabat-Guich en 1983 et 1984, est de 7,9 t/ha pour *O. compressus* et de 9,4 t/ha pour *O. sativus*. Chez *O. compressus*, les rendements les plus élevés ont été atteints par deux écotypes tunisiens et chez *O. sativus* par la variété Aza et le génotype INRA 6066. Dans les essais "date" et "densité de semis", "déprimage", "fertilisation" et "semis avec plante-abri", *O. compressus* et *O. sativus* se sont comportés comme les *Medicago spp.* annuelles, à l'exception d'un effet négatif du chaulage sur le rendement.

La valeur nutritive d'*O. compressus* et d'*O. sativus* se distingue par sa richesse en protéines et une digestibilité élevée au stade végétatif, mais aussi par une valeur énergétique basse en fin de saison (0,29 à 0,50 UFV et 0,41 à 0,59 UFL/kg MS).

Selon les tests en grandes parcelles, la maîtrise technique d'*O. compressus* est limitée, à cause de la faible faculté germinative des semences commercialisées (segments de gousses), la faible croissance hivernale et le manque d'herbicides sélectifs en post-levée.

Il a été conclu que l'intérêt agronomique d'*Ornithopus compressus* et d'*O. sativus* est limité aux sols sableux profonds non calcaires dans la zone à pluviométrie supérieure à 400 mm, où *Medicago tornata* et *Trifolium subterraneum* ne s'adaptent plus. Sur ces sites, *O. compressus* peut être le premier choix en tant que légumineuse pastorale et *O. sativus* peut avoir une place comme culture fourragère pure ou en association avec une céréale fourragère.

**Mots clés:** *Ornithopus compressus* et *O. sativus*, adaptation, introduction, génotypes, techniques culturales, valeur nutritive, expérimentation au niveau de l'exploitation.

## 1. INTRODUCTION

Les conditions édapho-climatiques du Maroc sont favorables à la culture des légumineuses fourragères et pastorales. La gamme des espèces cultivées reste toutefois limitée essentiellement à la luzerne (*Medicago sativa*), au bersim (*Trifolium alexandrinum*), à la vesce (*Vicia* spp.), au pois (*Pisum arvense*), au lupin (*Lupinus albus* et *L. luteus*), aux *Medicago* spp. annuelles et au trèfle souterrain (*Trifolium subterraneum*) (Jaritz 1990). D'autres espèces cultivées avec succès dans des pays homoclimatiques, notamment le sulla (*Hedysarum coronarium*), le trèfle de Perse (*Trifolium resupinatum*) et la serradelle (*Ornithopus compressus* et *O. sativus*), sont relativement peu connues au Maroc. Pour combler cette lacune, un axe de travail du "Programme Fourrages" de l'INRA a été consacré à évaluer l'intérêt de la culture d'*Ornithopus compressus* et *O. sativus*. Les deux espèces sont surtout adaptées aux sols sableux profonds (Gladstones and McKeown 1977). Leurs exigences édaphiques ressemblent à celles du lupin blanc et du lupin jaune. *O. compressus* existe spontanément au Maroc et dans d'autres pays méditerranéens dans des régions à pluviométrie supérieure à 300 mm jusqu'à 1500 m d'altitude sur sols sableux acides et sols limono-sableux neutres (Gladstones and McKeown 1977). L'origine d'*Ornithopus sativus* n'est pas connue; mais selon les suppositions des botanistes, cette espèce est apparentée à *O. isthmocarpus*.

*Ornithopus compressus* et *O. sativus* sont des légumineuses annuelles, autogames, pubescentes, à tiges de 50 à 100 cm, à feuilles imparipennées. La racine est pivotante et les gousses se décomposent à maturité en segments qui contiennent chacun une graine. Les semences sont commercialisées sous forme de segments. Le poids de mille graines varie de 2,1 à 3 g.

*Ornithopus compressus* se distingue d'*O. sativus* par un port rampant, des fleurs jaunes et une teneur très élevée en graines dures. *O. sativus* se distingue par un port ascendant, des fleurs roses et la quasi-absence de graines dures (fig. 1); il existe naturellement au Maroc et dans la péninsule ibérique (Klinkowski und Schwarz 1938).

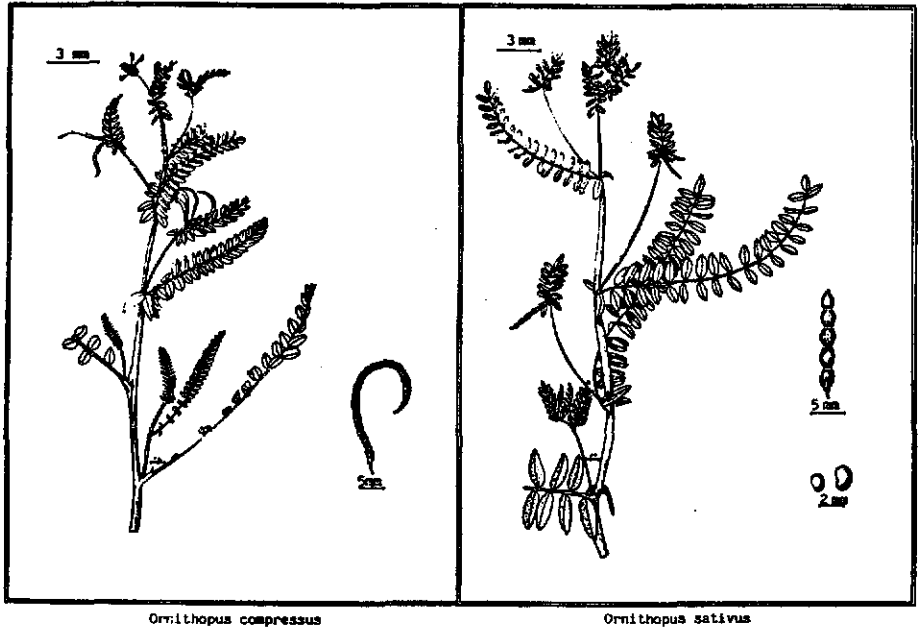


Fig. 1: *Ornithopus compressus* et *O. sativus*

Un programme expérimental sur la serradelle a été réalisé dans plusieurs sites de la zone côtière, de Tanger au Nord jusqu'à la région du plateau atlantique entre Casablanca et El Jadida. Ce programme comprend:

- une étude agronomique et de technologie des semences réalisée par M. Carnap à la station Rabat-Guich de l'INRA durant les campagnes 1982/83 et 1983/84 (Carnap 1986, 1987, 1988);
- une étude de la valeur alimentaire de la serradelle réalisée par Mlle Diallo (Diallo 1985);
- des essais régionaux, y compris des tests au niveau de l'exploitation réalisés essentiellement dans la région de Larache ainsi qu'à Had Soualem et Chtouka au Sud-Ouest de Casablanca (Jaritz 1992 et 1994).

Le but du présent article est de résumer ces études faites séparément et de donner une appréciation sur les possibilités de culture de la serradelle au Maroc.

Nous résumons ci-après successivement les études agronomiques réalisées à Rabat-Guich, l'étude de la valeur alimentaire et les essais régionaux, à l'exception de l'aspect technologie de semences qui a déjà fait l'objet d'une publication (Carnap 1988).

## 2. ETUDE AGRONOMIQUE D'*ORNITHOPUS COMPRESSUS* ET D'*O. SATIVUS* A RABAT-GUICH

L'objectif de l'étude réalisée durant les campagnes 1982/83 (410 mm de pluviométrie) et 1983/84 (525 mm) a été de tester l'aptitude agronomique de différents génotypes d'*Ornithopus compressus* et d'*O. sativus* au Maroc. Le matériel testé était composé de 8 génotypes d'*O. compressus*, dont 2 variétés commerciales (Pitman et Uniserra), 3 sélections tunisiennes et 3 présélections américaines sélectionnées en Tunisie, ainsi que de 8 variétés commerciales d'*O. sativus*.

Pendant les deux campagnes, l'étude a comporté:

- une comparaison des génotypes,
- un essai génotype x date de semis,
- un essai génotype x régime de coupe de déprimage.

La technique d'installation a été étudiée en 1982/83 dans un essai génotype x densité de peuplement x régime de coupe (2 x 4 x 2) et en 1983/84 par un essai d'installation factoriel: couverture, espèce de plante-abri et densité de la plante-abri (2 x 2 x 5).

### 2.1. Comparaison des génotypes

Par rapport à *O. sativus*, les génotypes d'*O. compressus* se sont distingués par un rendement moyen en MS plus faible, un rendement en gousses supérieur et une variation plus élevée de la production de MS/ha/jour (tableau 1). Conformément aux prévisions, les variétés tardives se sont avérées capables de valoriser les pluies tardives par une production supérieure en MS. Néanmoins, quelques génotypes se distinguent par une production/ha/jour supérieure (exemple type 108) ou inférieure (exemple Pitman) à la moyenne, indépendamment de la précocité. Une variété possède une précocité adéquate si la période pluvieuse est bien valorisée par une production de MS et une production convenable de graines. Cela permet une bonne persistance en utilisation pastorale (cas d'*O. compressus*) ou pour la production de semences

(cas d'*O. sativus*). Dans les conditions agro-climatiques de Rabat, une telle précocité correspond à un début de floraison de 120 à 130 jours après le semis chez *O. compressus* et de 125 à 135 jours chez *O. sativus*. Parmi les génotypes testés, le type 108 suivi par 105 et 102 se distingue favorablement chez *O. compressus* et la variété Aza suivie par le type 6066 chez *O. sativus*.

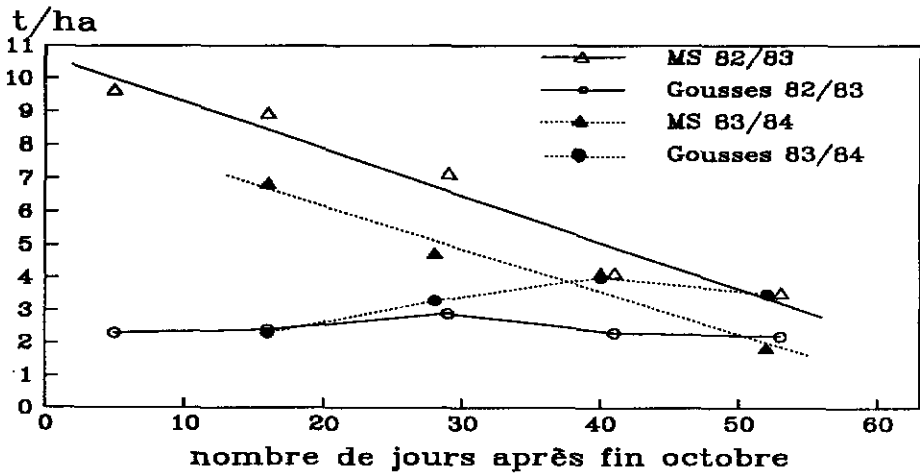
**Tabl. 1: Début floraison et rendement en MS et en gousses des génotypes d'*Ornithopus compressus* et d'*O. sativus* à Rabat-Guich (moyenne des campagnes 1982/83 et 1983/84)**

Espèce, variété ou génotype	Origine	Début flor. j après semis	Rendement MS		Rendement gousses kg/ha
			t/ha	kg/ha/j	
O.comp. 384679 Uniserra 385187 384689 108 102 Pitman* 105	USA	103	5,66	55	1926
	Australie	103	7,96	77	3059
	USA	121	7,38	61	2488
	USA	124	7,12	57	2400
	Tunisie	124	10,73	87	4492
	Tunisie	128	8,48	66	3331
	Australie	132	7,42	56	2601
	Tunisie	134	8,98	67	3181
O. sat. French U.C. Common 6066 DSV Port Aza Vinar	Australie	114	8,67	76	2181
	Afrique Sud	114	8,57	75	2319
	Afrique Sud	122	8,40	69	2326
	Maroc	124	9,38	76	2500
	R.F.A.	132	9,70	73	1296
	Portugal	133	9,95	75	1248
	Pologne	136	10,55	78	2797
	Pologne	142	9,61	68	1707
Moyenne O. compressus		121	7,94	66	2926
" O. sativus		127	9,36	74	2047

\* semé seulement en 1983/84

## 2.2. Influence de la date de semis

Le retard du semis pendant la période novembre/décembre baisse le rendement hivernal et printanier en MS (fig. 2, tabl. 2). Fin printemps/début été, les peuplements à semis tardif peuvent rattraper leur retard, grâce à un taux de croissance supérieur à celui des semis précoces, en utilisation monocyclique mais non en conditions de pâturage (tabl. 2). Aussi, le rendement en gousses ne baisse pas nécessairement à la suite du semis tardif en utilisation monocyclique (fig. 2, tabl. 2).



**Fig. 2:** Influence de la date de semis d'*Ornithopus* spp. (moyenne de deux écotypes d'*O. compressus* et d'un écotype d'*O. sativus*) sur le rendement en MS et en gousses pendant deux années

**Tabl. 2: Influence de la date de semis sur le rendement chez *Ornithopus* (moyenne des 3 génotypes *O. compressus* Uniserra et 384679, *O. sativus* French et de deux campagnes 1982/83 et 1983/84)**

Date de semis	MS t/ha déb.print.	MS kg/ha/j	MS t/ha fin print.	Gousses t/ha	Déb. flor. jours apr.semis	Durée florais. jours
Mi-nov.	8,21	58	7,02	2,30	110	77
12 j après	6,79	51	7,01	2,86	108	80
24 " "	5,55	46	6,71	3,42	102	74
36 " "	2,95	27	6,02	2,88	97	68
49 " " *	3,46	33	6,44	2,24	88	67

\* seulement la campagne 1982/83

Des interactions "date de semis" x "conditions météorologiques" et particulièrement le stress hydrique peuvent modifier l'évolution du rendement indiqué, de même que des interactions "précocité du génotype" x "date de semis" x "conditions météorologiques" (Carnap 1986). Concernant ce dernier aspect, il faut souligner que grâce à sa période de floraison relativement longue, la serradelle est mieux adaptée à une répartition irrégulière des pluies que des sélections modernes de céréales à floraison synchronisée.

Le début de la floraison est ralenti par le retard du semis, mais le décalage phénologique est inférieur à ce retard. Cette accélération peut être expliquée par l'influence favorable de la vernalisation et la durée des jours longs sur l'induction florale qui agit de manière similaire pour les différentes dates de semis (De Ruiter and Taylor 1979). On peut supposer qu'il existe des différences génotypiques des besoins en vernalisation et en longueur de jours pour l'induction florale des serradelles, analogues à celles rencontrées chez *Trifolium subterraneum* (Aitken 1974). Ces différences ne sont cependant pas connues chez le matériel végétal utilisé dans cette étude.

La durée de floraison est légèrement raccourcie dans le cas des semis tardifs par rapport aux semis précoces (tabl. 2). Pour les génotypes tardifs, la floraison est bien entendu limitée par la durée de la période pluviale.



### 2.3. Influence du déprimage sur le rendement en semences

Généralement, un déprimage après le début de floraison baisse le rendement en semences, d'autant plus que le stade phénologique est avancé, c'est à dire que la période entre le déprimage et la fin de la période de végétation est raccourcie.

Ainsi, le rendement en graines d'*O. compressus* 'Uniserra', déprimé 12 jours après le début de floraison, a été sensiblement réduit, mais pas celui d'*O. sativus* 'French', déprimé 4 jours avant le début de floraison (tableau 3). Un déprimage 48 et 38 jours après le début de floraison a limité fortement le rendement en graines, à savoir de 88 et 90% respectivement chez *O. compressus* 'Uniserra' et *O. sativus* 'French' par rapport au traitement non déprimé (tabl. 3). Parallèlement, le PMG de ces deux variétés a diminué de 22% par rapport au traitement non déprimé.

Les résultats de l'essai cité peuvent servir de référence pour juger de la nécessité d'interrompre ou de réduire le pâturage durant la période de formation de graines si un stock de semences doit être constitué pour la bonne persistance d'un pâturage de longue durée. A cet égard, les règles d'exploitation des *Medicago* spp. annuelles sont applicables à *O. compressus* (Jaritz 1994), tandis que pour *O. sativus*, on visera une exploitation maximale en UF et en MAD, sauf si une production de semences est également recherchée.

Tabl. 3: Influence du déprimage sur le rendement en graines et en paille d'*O. compressus* 'Uniserra' et d'*O. sativus* 'French' dans la campagne 1982/83

Régime de déprimage	<i>O. compressus</i> 'Uniserra'				<i>O. sativus</i> 'French'			
	Rendement (t/ha)			PMG (g)	Rendement (t/ha)			PMG (g)
MS déprim.	graines	paille	MS déprim.		graines	paille		
aucun	-	1,71a*	5,03c	2,7a	-	1,37b	7,08a	2,7a
tardif (17/3)	1,16	1,40	4,19d	2,5b	2,32	1,34b	6,16b	2,7a
très tardif (21/4)	3,94	0,20c	1,82e	2,1c	4,80	0,14c	1,65e	2,1e

\* Probabilité du régime de coupe/variété = 5%

## 2.4. Influence de la densité d'installation

La densité d'installation détermine largement l'évolution du rendement précoce jusqu'à l'arrivée à l'index foliaire optimal, qui est atteint plus rapidement par des peuplements denses en comparaison avec des peuplements clair-semés. Le rendement précoce dépend également de la conformation de la pousse, c'est à dire du port d'une variété; il est favorisé par un port dressé et défavorisé par un port rampant. En conséquence, différentes densités d'installation entraînent des différences de rendement en MS plus grandes chez la variété rampante *O. compressus* 'Uniserra' que chez la variété dressée *O. sativus* 'French' et ces différences s'atténuent lors d'une coupe tardive par rapport à une coupe précoce (tabl. 4). Avec une utilisation bicyclique, l'ordre de rendement par traitement est renversé lors de la deuxième coupe par rapport à la première, car la surface foliaire résiduelle est plus faible chez les traitements à haut rendement après la première coupe et ceux-ci ont alors besoin d'une période de rétablissement plus longue (tabl. 4).

La production de semences en utilisation monocyclique a augmenté parallèlement à la densité du peuplement chez 'Uniserra', tandis que chez *O. sativus* 'French' une telle tendance n'a pas été constatée (tabl. 5). Une coupe préalable diminue chez les deux variétés le rendement en graines d'autant plus que la densité d'installation augmente (tabl. 5).

Tabl. 4: Influence de la densité d'installation d'*O. compressus* 'Uniserra' et d'*O. sativus* 'French' sur le rendement en MS (t/ha) 1982/83

Densité pl./m <sup>2</sup>	<i>O. compressus</i> 'Uniserra'			<i>O. sativus</i> 'French'		
	une coupe 2/4	28/6	2ème coupe* 28/6	une coupe 2/4	28/6	2ème coupe 28/6
25	0,26 f**	4,35 d	2,76 cd	2,39 e	7,54 c	5,11 a
100	0,51 f	5,16 d	3,54 bc	3,35de	7,68 c	4,34 ab
400	4,38 cd	8,13 bc	2,45 de	4,71 c	8,97 b	2,78 cd
1000	6,00 b	11,06 a	1,28 f	7,57 a	10,30 a	1,59 ef

\* repousse après la coupe du 2/4

\*\* comparaison densité/variété pour la même date de coupe (P = 5%)

**Tabl. 5: Influence de la densité d'installation d'*O. compressus* 'Uniserra' et d'*O. sativus* 'French' sur le rendement en graines (dt/ha) 1982/83**

Densité pl./m <sup>2</sup>	<i>O. compressus</i> avec coupe préalable 2/4	'Uniserra' sans coupe préalable	<i>O. sativus</i> avec coupe préalable 2/4	'French' sans coupe préalable
25	5,1 g*	8,8 ef	10,3 de	15,7 c
100	7,5 f	12,1 d	10,2 de	15,1 c
400	4,2 g	15,7 c	4,1 g	15,9 c
1000	1,7 h	23,0 a	1,1 h	19,7 b

\* comparaison tous les traitements pour P = 5%

Cette baisse de rendement s'explique par une plus forte suppression des fleurs et des bourgeons dans les traitements denses plutôt que dans les traitements clairsemés lors de la coupe du 2 avril. Par rapport au traitement non coupé, le poids des semences a baissé en moyenne de 2,8 à 2,5 mg suite à la coupe préalable.

Les résultats de l'essai indiquent qu'une coupe printanière pour la préparation de foin n'est pas compatible avec l'obtention d'un rendement en semences qui favorise la régénération d'une prairie.

Par ailleurs, il est nécessaire d'avoir un peuplement de 400 à 1000 pl./m<sup>2</sup> pour obtenir des rendements élevés en MS et en grains en année de semis. Pour arriver à une densité d'environ 550 plants/m<sup>2</sup>, il faut utiliser 30 à 40 kg de gousses/ha à haute capacité de germination.

## 2.5. L'intérêt d'une plante-abri

L'utilisation d'une plante-abri pour des espèces à croissance initiale lente comme la serradelle peut présenter le double avantage de fournir plus de fourrage précoce et de contribuer au contrôlé des mauvaises herbes. Le seigle et l'orge à densité différente ont été testés comme plante-abri avec *O. compressus* 'Uniserra' et *O. sativus* 'French' sous couverture à une densité de 100 pl./m<sup>2</sup> (tabl. 6). Grâce à l'adaptation supérieure du seigle au sol sableux de Rabat-Guich, celui-ci a produit plus de matière sèche que l'orge lors de la coupe de la plante-abri, mais a aussi diminué davantage le rendement d'*Ornithopus* (tabl. 6).

**Tabl. 6: Influence d'une plante-abri de différentes densités sur le rendement (t MS/ha) d'*O. compressus* 'Uniserra' et d'*O. sativus* 'French' sous couverture ainsi que celui de la plante-abri (coupe le 5/3/84)**

Plante-abri	Plante couverte	Densité de la plante-abri (pl./m <sup>2</sup> )				
		0	25	50	100	200
Seigle	-	-	1,86 de*	2,64 c	3,50 b	4,17 a
	Uniserra	1,32 b**	0,49 efgh	0,33 fghi	0,27 ghi	0,15 i
	French	2,47 a	1,12 bc	0,74 de	0,47 efgh	0,38 fghi
Orge	-	-	1,28 f	1,70 ef	2,18 d	2,76 c
	Uniserra	1,32 b	0,52 efg	0,42 fghi	0,39 fghi	0,21 hi
	French	2,47 a	1,35 b	0,89 cd	0,71 de	0,61 def

\* comparaison plante-abri P = 5%

\*\* " " plante sous couverture P = 5%

L'évolution de la serradelle après la coupe de la plante-abri a été favorisée par des pluies abondantes en mai. Ainsi, l'influence de la densité de la plante-abri n'a pas été manifeste sur le rendement de la serradelle à la fin de la campagne. Néanmoins, l'influence de l'espèce est restée évidente, car on a obtenu un rendement plus faible avec le seigle comme plante-abri qu'avec l'orge, à savoir pour 'Uniserra' 6,63 et 7,52 t MS/ha ainsi que pour 'French' 10,83 et 11,85 t MS/ha respectivement. Le rendement en gousses a été en moyenne de 3,5 t/ha sans différences significatives par rapport aux traitements.

L'emploi du seigle comme plante-abri de la serradelle permet une augmentation du rendement total par rapport à la culture de la serradelle pure et une répartition de la croissance en fourrage précoce dominé par le seigle et en fourrage tardif dominé par la serradelle. Cela peut être intéressant pour organiser le calendrier fourrager des exploitations d'élevage bovin laitier et d'élevage ovin avec 3 agnelages/2 ans.

### 3. ETUDE SUR LA VALEUR NUTRITIVE

L'étude agronomique de Carnap (1986) a été complétée par une étude sur la valeur nutritive réalisée par Diallo en 1985, en utilisant un essai au champ en commun. Le matériel végétal employé pour l'échantillonnage a été prélevé dans l'essai déprimage réalisé en 1983/84 à Rabat-Guich, décrit sommairement sous le chapitre 2.3. Pendant la période de croissance, des échantillons ont été prélevés entre février et mai pour deux cycles, suivis par un échantillonnage de foin sur pied en juin (tabl. 7 et 8). Une partie du foin sur

pied a été prélevée en 3 échantillons par génotype, conservée au champ dans des tamis, repesée et analysée en août, septembre et octobre en vue de déterminer la perte en matière sèche ainsi que l'évolution de la valeur nutritive du foin sur pied au cours de l'été. Les analyses chimiques ont été exécutées au laboratoire d'analyses fourragères du Département des Productions Animales de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II sous la direction de Dr. F. Guessous selon les méthodes y utilisées (Diallo 1985).

### 3.1. Composition chimique et valeur nutritive durant la période de croissance

Durant la période de croissance, la composition chimique reflète l'évolution morphologique qui est caractérisée par l'abondance des feuilles jusqu'au début du printemps, suivie par une forte diminution au cours de la phase reproductive et l'accroissement des proportions de tiges et de gousses, ainsi que par la chute d'une partie importante des feuilles (tabl. 7 et 8). Ainsi, les teneurs en MAT, MM et P qui sont élevées au stade végétatif baissent en avril-mai.

En revanche, les constituants pariétaux (CB, NDF, ADF, ADL) augmentent lentement et deviennent plus abondants au stade reproductif pour se stabiliser en mai-juin. Le calcium diminue à la fin de l'hiver et augmente en fin de cycle. La digestibilité in vitro de la matière organique (DIVMO) est très élevée au stade végétatif; elle baisse rapidement pendant le stade reproductif d'environ 0,5 point/jour en avril-mai et plus lentement en fin de cycle, où elle atteint un niveau très bas. L'évolution de la MAD est semblable à celle de la DIVMO; elle se stabilise toutefois à la fin du cycle à un niveau relativement élevé.

La teneur en constituants pariétaux (CB, NDF, ADF, ADL) a été fortement corrélée avec la DIVMO ( $r \geq 0,94$ ). La valeur énergétique du fourrage vert varie entre 1,09 et 0,52 UFL et entre 0,96 et 0,41 UFV, celle du foin sur pied en fonction de l'âge, du cycle et de l'espèce entre 0,41 et 0,59 UFL et entre 0,29 et 0,50 UFV (tabl. 7 et 8). Une différence nette de la valeur énergétique entre les deux espèces d'*Ornithopus* n'est pas perceptible.

Tabl. 7: Valeur alimentaire d'*Ornithopus sativus* 'French'

Cycle	Nombre de jours	Mois	M S		Energie (kg/MS)		MAD g/kg MS	Constituants analytiques (g / kg MS)							DIVMO (%)	
			t/ha	g/kg	UFL	UFV		MM	MAT	CB	NDF	ADF	ADL	Ca		P
1er	84	Février	0,8	147	1,00	0,96	205	132	258	121	150	111	21	14,7	5,0	77,7
	116	Mars	6,1	162	1,03	1,00	196	120	249	178	220	156	11	10,7	4,6	79,4
	147	Avril	7,5	264	0,80	0,72	118	126	165	240	329	271	47	11,0	4,6	65,7
	175	Mai	7,1	216	0,52	0,41	115	106	163	342	450	324	104	12,3	4,5	46,0
	217	Juin	11,3	828	0,41	0,30	106	122	152	348	481	223	114	15,0	4,0	38,8
2ème	35	Mars	2,0	75	0,98	0,87	218	147	271	152	208	162	18	15,1	5,5	74,0
	62	Avril	5,4	164	0,82	0,76	152	125	201	233	273	252	33	9,9	4,8	67,2
	101	Juin	12,8	851	0,59	0,50	105	126	151	327	464	363	103	13,8	3,8	52,4

Tabl. 8: Valeur alimentaire d'*Ornithopus compressus* (moyenne des géotypes 'Uniserra' et 102)

Cycle	Nombre de jours	Mois	M S		Energie (kg/MS)		MAD g/kg MS	Constituants analytiques (g/kg MS)							DIVMO (%)	
			t/ha	g/kg	UFL	UFV		MM	MAT	CB	NDF	ADF	ADL	Ca		P
1er	84	Février	0,54	167	1,09	1,08	196	130	269	107	162	142	17	14,8	4,3	83,2
	116	Mars	4,2	222	1,07	1,05	228	118	282	136	179	141	14	12,5	4,8	81,5
	147	Avril	6,8	263	0,80	0,73	125	130	157	262	330	267	55	13,0	4,3	66,5
	175	Mai	7,3	266	0,52	0,42	98	107	143	325	460	356	103	12,4	3,7	46,3
	217	Juin	12,1	931	0,42	0,29	107	118	144	351	508	361	126	13,9	3,2	38,9
2ème	35	Mars	1,9	93	1,00	0,98	224	136	279	137	209	163	18	13,4	4,8	78,4
	62	Avril	3,5	201	0,89	0,84	166	112	217	218	218	219	42	12,4	4,7	71,2
	101	Juin	12,5	950	0,45	0,35	95	115	140	377	526	410	121	10,8	3,1	42,5

### 3.2. Evolution quantitative et qualitative du foin sur pied pendant l'été

Les pertes du "foin sur pied" stocké en plein air durant l'été sont faibles (tabl. 9).

Tabl. 9: Pertes en matière sèche durant l'été (% de la quantité initiale)

Espèce	P e r i o d e		
	10/7 - 15/8	10/7 - 11/9	10/7 - 10/10
<i>O. compressus</i> *	6,1	6,3	8,1
<i>O. sativus</i>	6,1	6,4	9,3

\* moyenne des géotypes Uniserra et 102

Les pertes restent stables autour de 6% de la matière sèche initiale durant l'été et augmentent d'environ deux points en octobre, après 7 mm de pluies quelques jours avant le prélèvement. Conformément aux pertes faibles en matière sèche, la composition chimique change peu durant l'été, et reste semblable à celle du prélèvement initial en juin (tabl. 7 et 8). En conditions réelles, les pertes et la dégradation de la qualité auraient été plus importantes à cause du piétinement et du pâturage sélectif.

### 3.3. Appréciation de la valeur nutritive

Les résultats montrent qu'*O. compressus* et *O. sativus* possèdent une valeur nutritive élevée pendant le stade végétatif, ainsi que des teneurs particulièrement élevées en protéines, minéraux et en phosphore. A la suite des pertes en feuilles et à une lignification importante, la valeur nutritive baisse rapidement durant le printemps pour atteindre à la fin de la période de croissance, des valeurs énergétiques et de digestibilité très faibles, tout en conservant des teneurs en protéines et en éléments minéraux relativement élevées. La chute de la valeur énergétique et de digestibilité pendant la phase reproductrice peut être atténuée par une exploitation qui retarde la maturité et/ou par une supplémentation des animaux avec un aliment riche en énergie. En résumé, l'évolution de la valeur alimentaire de la serradelle est très similaire à celle des autres légumineuses fourragères cultivées dans la zone méditerranéenne, telles que les *Medicago* spp. annuelles et le trèfle souterrain (Purser 1981, Jaritz 1982, Taaroufi 1987).



## 4. ESSAIS REGIONAUX

Parallèlement aux études réalisées à Rabat-Guich et ailleurs, des essais régionaux ont été entrepris en vue d'identifier l'intérêt de la culture d'*Ornithopus compressus* et d'*O. sativus* dans différentes régions édapho-climatiques (tabl. 10). Bien que les conditions de travail parfois difficiles n'ont pas toujours permis d'obtenir des résultats statistiquement interprétables, ces expérimentations ont fourni néanmoins des éléments suffisants pour une appréciation réaliste de l'aire de culture potentielle d'*Ornithopus* et des contraintes à sa culture en milieu réel. Nous résumons ci-après les résultats obtenus en matière d'adaptation, techniques culturales et tests au niveau de l'exploitation.

### 4.1. Essais d'adaptation

Parmi les 7 sites expérimentaux, ceux ayant des sols à texture plus ou moins fine ne représentent aucun intérêt pour la serradelle, tels que les sols de Norafri, Oulmès et Ain Aouda (tabl. 10). En ce qui concerne les 4 autres sites, il faut préciser que parmi les divers sols présents, seuls ceux à texture sableuse, à bon drainage et à pH non alcalin peuvent avoir une vocation culturale pour la serradelle. La vocation culturale de tels sols doit prendre en considération les alternatives possibles et les difficultés spécifiques de la culture d'*Ornithopus* spp.

Ainsi, sur les sites expérimentaux de Chtouka, à sols fersiallitiques à pseudogley de profondeur, la culture d'*Ornithopus* n'est pas à recommander, car *Medicago polymorpha* et *Trifolium subterraneum* sont mieux adaptés aux conditions édaphiques occasionnellement hydromorphes, à cause de leur production hivernale supérieure et leur maîtrise technique plus facile.

A Had Soualem, *Ornithopus* est particulièrement bien adapté aux sols sableux profonds légèrement acides et a fourni en petites parcelles des rendements élevés. Néanmoins, en milieu réel, les parcelles sont souvent une mosaïque de sols sableux acides en contact avec des sols calcaires, sur lesquels *Ornithopus* est moins bien adapté. En outre, *Medicago tornata*, espèce psammophile et productive, représente une alternative qui convient à toute la gamme des conditions édaphiques de la région de Had Soualem et dont la culture est plus facile, ce qui rend la culture d'*Ornithopus* tout à fait marginale à cette région.

A Had Ghoualem, des sols limono-sableux acides sur roche-mère granitique peuvent avoir une vocation à *Ornithopus* spp. Pour l'amélioration pastorale, *Ornithopus compressus* convient probablement mieux que le trèfle souterrain. Bien que la production hivernale d'*Ornithopus* est en altitude moyenne (600 m) encore plus faible qu'en plaine, il semble plus productif au printemps et reste plus longtemps vert que le trèfle.

Tabl. 10: Sites, années et thèmes des essais sur *Ornithopus* spp.\*

Site		Année	Thèmes et nombre de traitements				
Lieu	Pluviom. moyenne (mm)		Comparai-son de génotypes	Fertilisation	Plante-abri	Contrôle des adventic.	Test en exploitation (ha)
Zouada	724	81/82	7	ChaulagexInoculation(4x2)	-	-	-
		82/83	13	-	-	-	5
		83/84	-	CaxPxK(3x3x3)	Génot.x pl.abri (2x4)	-	-
		84/85 85/86	5 -	- -	- -	- -	- 5
Had Soualem	371	81/82	8	-	-	-	-
		82/83	10	NPK (10)	-	Génot.x traitem. (2x6)	7
		83/84	-	-	Génot.x pl.abri (2x3)	-	10
		84/85	2	-	-	-	-
Chtouka	343	82/83	3	NPK (10)	-	-	4
Norafri	668	82/83	10	-	-	-	-
Oulmès	771	82/83	6	-	-	-	-
Ain Aouda	480	82/83	6	-	-	-	-
Had Ghou-alem	428	84/85	2	-	-	-	-

\* source: INRA/GTZ, Station Centrale des Plantes Fourragères, Rapports Annuels 1981/82 à 1985/86

*Ornithopus compressus* et *O. sativus* s'adaptent mieux que d'autres légumineuses pastorales et fourragères sur les sols sableux profonds et acides de Zouada (sols fersiallitiques et sols fersiallitiques à pseudogley de profondeur). Ces sols sont trop acides pour *Medicago tornata* et ont une capacité de

rétenion trop faible pour *Trifolium subterraneum*. Ils couvrent des dizaines de milliers d'hectares sur les plateaux du Villafranchien entre Casablanca et Tanger. Leur acidité augmente avec la pluviométrie, c'est à dire du sud au nord du pays. Dans des sols à forte acidité, *O. compressus* est la meilleure légumineuse pastorale actuellement disponible. En milieu modérément acide, *Medicago tornata* peut être une alternative, éventuellement après correction préalable du pH par chaulage.

Sur ces sols, *Ornithopus sativus* peut, dans l'assolement triennal vesce/avoine-triticales-lupin, être une alternative pour le lupin en culture pure et pour la vesce en association avec l'avoine.

## 4.2. Techniques culturales

Les essais de techniques culturales ont apporté des précisions sur la fertilisation en macro-éléments et l'emploi d'une plante-abri, tandis qu'un "screening" des herbicides Tribunil (métabenzthiazuron), Aretit (dinosebécate), Asulox (asulame), Certrol DP (ioxynil + dichlorprop), Basagran (bentazone), MCPA et Karmex (diuron) en vue de contrôler *Emex spinosa* et d'autres mauvaises herbes n'a pas abouti à des résultats applicables.

Le chaulage avec  $\text{CaCO}_3$  des sols sableux acides ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$  4 à 5) de Zouada a baissé le rendement en matière sèche d'*Ornithopus sativus* aussi bien dans un essai en pot qu'en plein champ, ceci conformément aux observations de Parker and Oakley (1966), tandis qu'il est bénéfique pour d'autres espèces comme le trèfle souterrain et *Lolium rigidum* (tabl. 11).

Tabl. 11: Influence du chaulage sur le rendement en matière sèche d'*Ornithopus sativus*

CaO (kg/ha)		Rendement MS relatif au témoin	
en pot (1982)	au champ (1983/84)	en pot	au champ
0	0	100 a	100 a*
12	-	90 a	
600	750	76 b	86 b
1190	1500	72 b	89 b

\* 100 = 7,91 t MS/ha pour l'essai au champ

La fertilisation phospho-potassique a produit un surplus de rendement jusqu'à environ 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 80 kg K<sub>2</sub>O/ha à Zouada, mais on a simplement observé une tendance positive non significative en faveur de la fertilisation phosphatée à Had Soualem.

Néanmoins, pour la pratique de la fertilisation, il faut envisager de remplacer sur les sols sableux pauvres au moins les exportations en éléments nutritifs. Celles-ci correspondent approximativement en régime de fauche par t MS à 10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 15 à 20 kg K<sub>2</sub>O. La fertilisation azotée a montré une tendance négative à Had Soualem et semble être généralement superflue. La nodulation a été excellente, sans inoculation, sur les 4 sites Zouada, Had Soualem, Chtouka et Had Ghoualem.

Les semis en grandes parcelles ont été généralement effectués à Had Soualem avec du seigle comme plante-abri protectrice pour atténuer l'effet nocif du vent de sable. En vue de quantifier l'influence de la plante-abri, deux essais ont été réalisés en 1983/84 à Had Soualem et Zouada. A Had Soualem, l'effet de la plante-abri (15, 30 et 45 kg seigle/ha) sur le rendement a été faible (moyenne chez *O. sativus* 7,63 t MS/ha, chez *O. compressus* 5,62 t MS/ha). A Zouada par contre, bien que l'effet de la plante-abri n'a pas été significatif, son influence positive a été perceptible et pouvait le cas échéant être renforcée par fertilisation azotée (tabl. 12).

Tabl. 12: Rendement et composition botanique d'*Ornithopus* spp. sous l'influence du seigle comme plante-abri à Zouada, coupé le 3/4/1984

Culture	Plante-abri (kg/ha)	MS (t/ha)	Part de la MV (%)		
			Ornithopus	Seigle	Autres
<i>O. sativus</i> 'French'	0	7,13	92	0	8
	15	6,98	86	8	6
	30	7,80	76	12	12
	60	8,95	80	13	7
<i>O. sativus</i> 'French'	0	2,81	60	0	40
	15	3,24	50	25	25
	30	3,72	47	27	26
	60	3,45	58	33	9

Le seigle paraît pouvoir supprimer les adventices dans la culture d'*O. compressus*, moins dans *O. sativus* qui se défend tout seul.

La technique du semis avec plante-abri présente l'avantage d'équilibrer la répartition de la production, en augmentant la production hivernale pour les pâturages à *O. compressus*. Pour bénéficier de cet avantage, on doit tenir compte de la nécessité de pâturer complètement la plante-abri avant la pleine floraison d'*Ornithopus* pour favoriser une production suffisante de semences. La culture d'*O. sativus* avec une plante-abri peut être considérée comme une association légumineuses/céréales similaire à la vesce/avoine, d'exploitation plus souple, grâce à une meilleure aptitude au déprimage.

### 4.3. Tests au niveau de l'exploitation

Les tests en grandes parcelles ont mis en évidence l'existence d'importantes contraintes liées à la culture d'*O. compressus*. En tant que plante pastorale, sa réussite en 1ère année s'exprime essentiellement par la formation d'un stock de semences adéquat. En raison de sa faible croissance hivernale, la compétitivité d'*Ornithopus compressus* est faible et doit être renforcée le cas échéant par le contrôle des mauvaises herbes, ce qui est cependant pratiquement impossible en post-levée, étant donné que des herbicides sélectifs ne sont pas disponibles.

Un autre obstacle est la commercialisation des semences sous forme de segments de gousses à faculté germinative très faible, qui nécessitent un traitement, par exemple à l'eau chaude, difficilement réalisable en milieu réel. La troisième contrainte majeure à la culture d'*O. compressus* est sa vulnérabilité en fin de saison, car elle reste 3 à 4 semaines plus longtemps verte que *Medicago* spp. ou le trèfle souterrain dans la même région. Bien que cet aspect peut aussi être considéré comme avantageux, il conduit en pratique à la disparition de la culture suite au surpâturage pendant la formation des graines.

En tant que culture fourragère, *O. sativus* ne connaît pas de problèmes de persistance. De plus, ses segments de gousses ont une faculté germinative élevée, et grâce à sa compétitivité supérieure, le manque d'herbicides sélectifs en post-levée est moins limitant. Cependant, elle est plus facilement remplaçable qu'*O. compressus* par d'autres cultures pastorales sur les sites aptes à la serradelle.

## 5. CONCLUSION

Les expérimentations présentées ont mis en évidence qu'*Ornithopus compressus* et *O. sativus* montrent une bonne performance agronomique en petites parcelles sur des sols sableux profonds non calcaires dans le bour favorable sous une pluviométrie supérieure à 400 mm. Dans ces conditions, *O. compressus* possède un potentiel agronomique dans les zones où *Medicago tornata* et *Trifolium subterraneum* ne s'adaptent plus. Les règles d'installation, de production et d'exploitation d'*O. compressus* sont similaires à celles des *Medicago* spp. annuelles et du trèfle souterrain (Jaritz 1994). En tant que culture fourragère annuelle, *O. sativus* possède un potentiel de production qui lui permet d'occuper une place en association avec une céréale, comme la vesce dans la vesce-avoine, ou être cultivée en culture pure. La valeur nutritive d'*O. compressus* et *sativus* se distingue par une digestibilité élevée et une richesse en protéines pendant le stade végétatif. A la fin du cycle, la valeur énergétique devient très faible, mais les valeurs en azote et en minéraux restent élevées.

La culture d'*O. compressus* est limitée par des contraintes importantes, telles que la faible faculté germinative des semences commerciales, le manque d'herbicides sélectifs en post-levée et la faible production hivernale. Ces contraintes sont moins importantes dans la culture d'*O. sativus*, qui est plus facilement remplaçable par d'autres cultures, telles que le lupin, le seigle, le triticale et la vesce/avoine.

Malgré ces difficultés en matière de techniques culturales, *O. compressus* est irremplaçable dans les améliorations pastorales sur sols sableux profonds et acides, au cas où des cultures non pastorales sont exclues.

*O. sativus* peut également être le premier choix de légumineuse fourragère sur de tels sites, grâce à sa production supérieure et à son exploitation plus souple.

Les chances d'*O. compressus* d'être introduit à grande échelle dans la pratique sont aussi limitées que celles des prairies à *Medicago* spp. annuelles (Jaritz et Amine 1989). En effet, une exploitation rationnelle avec une charge adaptée et des précautions prises pour la persistance, est difficile à assurer, particulièrement sur des terres collectives et sur de petites exploitations.

Pour *O. sativus*, c'est surtout la connaissance insuffisante de l'espèce et des effets y associés, tels que l'approvisionnement insuffisant en semences, qui gêne la promotion de cette culture.

Les études sur *O. compressus* et *O. sativus* présentées ici visent à servir de base à d'éventuels projets d'introduction de ces espèces dans les exploitations agricoles.

## 6. REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement Mme Bouinidane pour la dactylographie et M. Bâtke pour la confection du graphique.

## 7. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aitken, Y. (1974). Flowering Time, Climate and Genotype. Melbourne Univ. Press, Carlton.
- 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*, 16, 153 p.
- Carnap, M. (1987). L'intérêt de la serradelle au Maroc. *Al Awamia* 62, 172-9.
- Carnap, M. (1988). Décortiqueuse pour semences d'*Ornithopus compressus* et autres légumineuses à petites graines. *Seed Sci. & Technol.* 16, 661-5.
- De Ruiter, J.M. and Taylor, A.O. (1979). Annual cool-season legumes for forage. III. Effects of temperature, photoperiod, and vernalization on flowering. *N.Z. Journal of Exp. Agric.* 7, 153-6.
- Diallo, A. (1985). Influence du régime de coupe et du génotype sur la valeur nutritive et la production de la serradelle (*Ornithopus compressus* et *O. sativus*). Mémoire de 3ème cycle, option production animale, IAV Hassan II, Rabat.
- Gladstones, J.S. and McKeown, N.R. (1977). Botany and origins of serradella. *J. Agric. Western Aust.* 18, p. 10.
- Jaritz, G. (1982). Améliorations des herbages et cultures fourragères dans le Nord-Ouest de la Tunisie: Etude particulière des prairies de trèfles-graminées avec *Trifolium subterraneum*. *GTZ Schriftenreihe* 119, Eschborn, 340 p.

- Jaritz, G. (1990). The role of forage legumes under south mediterranean conditions. Proceedings of the joint INRA-EAAP-ICA Symposium, Rabat 1990. Pudoc Sci. Publ., Wageningen 1992, 102-10.
- Jaritz, G. (1992). Synthèse de sept années d'expérimentation pastorale et fourragère à Zouada près de Larache. *Al Awamia* 79, 75-124.
- Jaritz, G. (1994). 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. (1994). L'amélioration pastorale et du système de la production fourragère à Chtouka près d'Azemmour. *Al Awamia* 84, 97-127.
- Jaritz, G. (1994). *Medicago* spp. annuelles et système ley farming. Fiches techniques sur les plantes fourragères, INRA/Rabat, 25-36.
- Jaritz, G. et Amine, M. (1989). Practical experiences with the implementation of annual medic-based ley farming system in Morocco. Dans: Proceedings of an International Workshop, June 1989, Perugia/Italy, ICARDA 1993, 30-43.
- Klinkowski, M. und Schwarz, O. (1938). Arealbildung und systematische Stellung der Kulturbildung der Kultur- und Wildserradella. *Züchter* 10, 43-51.
- Morley, F.H.W. (Ed., 1981). *Grazing Animals*. Elsevier Sci. Publ. Company, Amsterdam.
- Parker, C.A. and Oakley, A.E. (1966). Reduced nodulation of lupins and serradella due to lime pelleting. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 5, 144-6.
- Purser, D.B. (1981). Nutritional value of mediterranean pastures. Dans: Morley (1981) 159-80.
- Taaroufi, A. (1987). Production, valeur nutritive et exploitation des prairies à base de *Medicago* par les ovins dans l'UREO de Had Soualem (SNDE). Mémoire de 3ème cycle, IAV Hassan II, Rabat.