

POTENTIEL ET CONTRAINTES DES ARBUSTES FOURRAGERS DANS LE MAROC ORIENTAL

M. BAUMANN-MATTHÄUS¹
G. JARITZ¹

SUMMARY

To extend the knowledge about the scope of forage shrub cultures in the east Moroccan steppes adaptation and sowing techniques trials as well as biomass assessments in existing plantations were carried out at Gouttitir (annual rainfall 161 mm, mean minimum temperature of January 5,4°) and at Ain Beni Mathar (161 mm, -3,1°) between 1988 and 1991.

According to the results of adaptation trials, *Atriplex vesicaria* and *A. paludosa* tend to persist better and produce more than *A. nummularia*. They are promising replacements of the presently used *A. nummularia*. *A. halimus* showed distinguished persistence and growth habit to be used for revegetation purposes of degraded rangeland.

The results of direct seeding trials were not promising altogether. Establishment of shrubs by sowing is considered to be too risky because of the prevailing harsh climatic conditions. Plantings are far less risky. Average biomass production of 6 plantations of *A. nummularia* was 374 g/shrub in 1990/91 varying from 36 to 1100 g/shrub according to differences in age, rainfall and soil of the sites. The production cost of a fodder unit (UF) of *Atriplex* are high and economically non competitive with barley market prices. It has been concluded that future plantations should be centered on degraded sites in order to support and fasten their revegetation.

Key words: East Morocco, forage shrubs, adaptation, establishment techniques, biomass, production costs.

¹ INRA/Programme Fourrages, B.P. 415, Rabat

RESUME

Pour étendre les connaissances sur les possibilités de la culture des arbustes fourragers dans l'Oriental, des essais d'adaptation, des semis et des prélèvements de la biomasse dans des plantations existantes ont été réalisés à Gouttitir ($P = 161 \text{ mm}$; $m = 5,4^\circ$) et dans la région d'Ain Beni Mathar ($P = 161 \text{ mm}$; $m = -3,1^\circ$) entre 1988 et 1991.

Selon les essais d'introduction, *Atriplex vesicaria* et *A. paludosa* sont plus persistantes et plus productives qu'*A. nummularia* et peuvent donc remplacer avantageusement celle-ci dans des plantations de production. *A. halimus* se distingue par un taux de survie supérieur et le rôle particulier qu'il peut jouer dans des plantations de protection du sol et ce grâce à son port étalé.

Dans l'ensemble, les essais de semis se sont soldés par des échecs. Une installation des arbustes par semis est trop risquée dans les conditions climatiques rudes de l'Oriental et de loin plus aléatoire qu'une plantation. En 1990/91, la production de biomasse dans 6 plantations d'*A. nummularia* a été en moyenne de 374 g/arbuste, variable de 36 à 1100 g en fonction de l'âge de la plantation, de la pluviométrie et du site. Le prix de revient de l'UF d'*Atriplex* ne semble pas être économiquement compétitif avec le prix du marché de l'orge. On en a conclu que les projets de plantation devront être à fonction dominante de protection et viser à réhabiliter des sites particulièrement dégradés.

Mots clés: Oriental, arbustes fourragers, adaptation, techniques d'installation, biomasse, coûts de production.

1. INTRODUCTION

Dans les steppes de l'Oriental, l'élevage ovin extensif constitue le revenu principal de la population rurale. L'exploitation traditionnelle des steppes à *Artemisia herba alba* et *Stipa tenacissima* a été cependant perturbée sensiblement par la pression démographique croissante. Surpâturage et extension de la céréaliculture sur des sites de parcours ont entraîné une dégradation étendue des steppes à *Artemisia*.

Depuis les années 80, des milliers d'hectares d'amélioration pastorale ont été réalisés avec plantation d'*Atriplex nummularia*. Vu leurs coûts d'installation élevés de 3.000 à 4.000 DH/ha et parfois des pertes importantes, on peut douter de la rentabilité de ces projets. Pour cette raison, le Programme Fourrages de l'INRA réalise depuis la campagne 1987/88 des essais dans

l'Oriental, en vue de réduire les coûts d'installation de ces plantations par un meilleur choix de géotypes et une technique d'installation moins coûteuse. Les résultats de ces essais ont été présentés dans les rapports annuels du Programme Fourrages (INRA/GTZ 1988-1991); un premier bilan des plantations d'arbustes a été fait par Baumann en 1990. Le présent article complète ce travail par des résultats de la campagne 1989/90 et ceux des études réalisées en 1991.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Sites expérimentaux

Nous caractérisons ci-après successivement les sols, la végétation et le bioclimat des sites expérimentaux. Le tableau 1 contient quelques données supplémentaires sur le climat, l'altitude et les sites expérimentaux.

Tabl. 1: Situation et caractéristiques des sites expérimentaux

Lieu	Statut	Taille (ha)	Altitude (m)	Pluviom. moyenne (mm)	Températures moyennes maxim. minim. juil. janv.
Gouttitir, 16 km à l'Ouest de Taourirt	Ferme expérimentale du bureau pastoral de la DPA Oujda	2.008	350	161	33,6° 5,4°
Frétisse, 16 km au Sud-Est d'Ain Beni Mathar	Périmètre pastoral appartenant à la coopérative d'élevage El Fath	10.000	915	similaire à Ain Beni Mathar	
Sidi Amer, 35 km au Sud-Ouest d'Ain Beni Mathar	Zone de plantation d'Atriplex nummularia	1.500	1.035	similaire à Ain Beni Mathar	
Ain Beni Mathar, ancienne piste d'aviation	Zone de plantation d'Atriplex nummularia	400	915	161	36,2° -3,1°

Gouttitir et Frétisse ont déjà servi auparavant de sites expérimentaux à un projet d'amélioration pastorale maroco-américain. Actuellement, une ferme de démonstration de l'élevage ovin est aménagée à Gouttitir par la DPA

d'Oujda, tandis que Frétisse appartient à un groupement d'éleveurs encadrés par l'ANOC. A Sidi Amer et Ain Beni Mathar, on trouve des plantations d'*Atriplex nummularia*, qui ont été protégées du surpâturage durant la période expérimentale.

Les sols des sites expérimentaux présentent généralement une texture variable selon le relief, grossière sur les collines et plus fine dans les zones d'épandage et les bas-fonds. Leur structure est le plus souvent peu développée et la teneur en matière organique très faible. Ceci a pour conséquence la réduction de l'infiltration des pluies et un important écoulement superficiel qui provoque des dégâts d'érosion. Le pH_{KCl} des sites expérimentaux varie entre 7,5 et 8,2. Des croûtes calcaires dans le sous-sol sont abondantes à profondeur variable. Proches de la surface, elles gênent la plantation des arbustes fourragers et doivent être brisées le cas échéant, pour faciliter l'infiltration des pluies et un enracinement convenable.

La végétation sur les collines est dominée par *Stipa tenacissima*, celle des zones d'épandage et des bas-fonds par *Artemisia herba alba*. Les steppes à *Artemisia herba alba* sont souvent très dégradées et dominées par des espèces à valeur pastorale faible, telles que *Anabasis aphylla*.

Le bioclimat de Gouttitir est aride à hiver doux, celui des Hauts Plateaux (Ain Beni Mathar, Sidi Amer, Frétisse) est aride à hiver froid (tabl. 1). Les conditions météorologiques au cours de la période d'expérimentation peuvent être précisées par les données pluviométriques enregistrées sur place pour Gouttitir. Parmi les sites des Hauts Plateaux, seul Ain Beni Mathar dispose d'enregistrements qui ne sont pas nécessairement représentatifs pour Frétisse et Sidi Amer, éloignés respectivement de 16 et 35 km. Ainsi, les différences de croissance observées entre les sites indiquent que la pluviométrie enregistrée aux printemps 1990 et 1991 a été sensiblement plus élevée à Frétisse et à Sidi Amer que la station de référence Ain Beni Mathar ne l'indique (tabl. 2).

La croissance principale a lieu pendant la période où des maxima moyens $\geq 20^{\circ}C$ sont atteints, soit à Gouttitir à partir de fin mars et à Ain Beni Mathar à partir de fin avril. Les pluies qui tombent dès le mois de mars à Gouttitir et d'avril à Ain Beni Mathar sont donc déterminantes pour la production en biomasse. La part des pluies printanières et estivales par rapport à la pluviométrie totale a été plus importante sur les Hauts Plateaux (47 et 39%) qu'à Gouttitir (29 et 34%), surtout au cours de la période d'expérimentation, mais aussi par rapport à la moyenne établie sur une longue période; alors que la pluviométrie totale est identique dans les deux sites (tabl. 2).

Parmi les 4 campagnes de la période expérimentale, celles de 1987/88 et 1989/90 ont présenté un déficit hydrique net (-37 à -16%) par rapport à la moyenne de longue durée, tandis que celles de 1988/89 et de 1990/91 ont eu une pluviométrie proche de la moyenne (-5 à +14%).

Tabl. 2: Pluviométrie (mm) durant la période d'expérimentation par rapport à la moyenne de longue durée (1978/79 à 1990/91)

Mois	Gouttitir					Ain Beni Mathar				
	1987/ 88	1988/ 89	1989/ 90	1990/ 91	Moy. l.dur.	1987/ 88	1988/ 89	1989/ 90	1990/ 91	Moy. l.dur.
Sept.	9	0	9	25	9	18	0	13	20	10
Oct.	38	6	12	0	13	12	18	4	13	19
Nov.	10	52	15	15	20	18	22	20	8	21
Déc.	10	0	3	31	15	14	0	8	12	11
Jan.	25	11	13	9	19	12	2	10	0	10
Févr.	11	8	0	21	15	7	14	0	27	18
Mars	1	67	5	60	24	4	15	6	59	19
Avril	3	19	32	19	17	6	23	29	18	15
Mai	21	13	13	0	18	15	12	13	0	15
Juin	0	7	0	0	6	4	23	26	0	16
Juil.	0	0	0	0	2	0	0	6	16	4
Août	0	0	0	0	3	10	24	0	0	3
Année	128	183	102	180	161	120	153	135	173	161

2.2. Essais d'adaptation

Trois essais ont été installés dans des zones d'épandage à:

Gouttitir en 1988/89 et 1989/90 et
Sidi Amer en 1989/90.

Le matériel testé comprend:

- 20 espèces ou écotypes d'*Atriplex* (Chenopodiaceae),
- 3 espèces de *Casuarina* (Casuarinaceae),
- 3 espèces de *Maireana* (Chenopodiaceae),
- 2 espèces de *Rhagodia* ("),
- Artemisia herba alba* (Compositae) et
- Ziziphus spina cristi* (Rhamnaceae).

Le dispositif expérimental était un bloc randomisé à 4 répétitions avec 4 plants/répétition en 1988/89 et 10 en 1989/90. Les plants ont été produits à Rabat. Ils ont été mis en terre à l'âge de 4-6 mois dans des trous de 30x30x30 cm dans des sillons distants de 5 m, parallèles aux courbes de niveau, avec un espacement de 2 m entre les plants; soit une densité de 1.000 plants/ha. Une seule irrigation de 5 l a été donnée à chaque plant à la plantation. Les relevés effectués en septembre 1991 sur 5 plants par génotype et par bloc, ont porté sur: le taux de survie, la hauteur, le diamètre et la biomasse produite à Sidi Amer. Les analyses de la variance ont été faites sur les moyennes arithmétiques par traitement et par bloc. Nous présentons ci-dessous les résultats des 17 meilleurs génotypes d'*Atriplex* spp. introduits dans les 3 essais mentionnés.

2.3. Essais de semis d'arbustes fourragers

Deux essais ont été conduits à Gouttitir en 1988/89 et 1989/90 avec 3 espèces: *Atriplex nummularia*, *A. halimus* et *A. undulata*, et 3 méthodes de semis. Le semis a eu lieu avec un "contour niche seeder" et les trois méthodes de semis "mound-niche", "continuous seeding" et "furrow", décrites en détail par Baumann (1990). Les essais ont été installés en novembre 1988 et décembre 1989 selon un dispositif en bloc randomisé à 8 répétitions et des parcelles élémentaires de 60 m² (12 x 5 m). La dose de semis a été de 2 kg/ha; la distance entre les poquets sur la ligne a été de 2 m pour les modes de semis "mound-niche" et "furrow". De plus, des parcelles de démonstration d'environ 1 ha ont été semées en novembre 1988 et décembre 1989 à Gouttitir, ainsi qu'en décembre 1989 à Sidi Amer, selon les méthodes "furrow" et "mound-niche" avec un mélange d'*A. halimus*, *A. nummularia* et *A. rhagodoïdes* à part égale et une densité globale de 1 kg/ha.

La levée et l'installation de tous les essais de semis ont fait l'objet d'observations mensuelles. En septembre 1991, une notation finale de l'installation a été effectuée.

2.4. Détermination de la biomasse par prélèvement dans des plantations d'*Atriplex nummularia*

Dans des plantations de différents âges d'*Atriplex nummularia* à Ain Beni Mathar, Frétisse et Gouttitir, 20 arbustes/plantation ont été choisis en décembre 1989 pour la détermination de leur biomasse par différentes approches (tabl. 3). A cet effet, 20 arbustes/plantation ont été défoliés pour déterminer la biomasse en fonction de l'âge et créer des conditions homogènes en vue de prélèvements ultérieurs.

Pour simuler un et deux pâturages/an, 5 arbustes/plantation ont été défoliés en avril et octobre 1990, 5 autres l'ont été seulement en octobre; leur rendement en MS a été déterminé. Les 10 arbustes restants ont été défoliés en septembre 1990 et 1991; leur rendement en MS a été déterminé en septembre 1991. La présente communication se limite à ce dernier prélèvement.

Tabl. 3: Site, âge et lieu des plantations d'*Atriplex nummularia* pour la détermination de la biomasse

Code d'essai	Lieu	Age de la plantation (ans)	Caractérisation du site
A 85	Aïn Beni Mathar	6	Zone d'épandage, sol sableux
F 85	Frétisse	6	Zone d'épandage, sol limoneux, compact
F 89	Frétisse	2	Pente faible, sol limoneux, compact sur croûte calcaire
G 85	Gouttitir	6	Pente, sol superficiel, pierreux
G 87	Gouttitir	4	Bordure d'un oued, sol limoneux à pierreux
G 88	Gouttitir	3	Dépression, sol limoneux, compact

3. RESULTATS

3.1. Essais d'adaptation

A la fin de l'année de plantation 1988/89 à Gouttitir, les pertes moyennes ont été relativement faibles (18,7%). Elles ont augmenté légèrement à 27,2% jusqu'à la fin de la campagne suivante, et fortement à 62,2% pendant la campagne 1990/91 (tabl. 4). Dans une campagne donnée, les pertes entre géotypes ne diffèrent pas significativement, mais elles diffèrent entre les moyennes des campagnes. Les pertes d'*A. glauca*, *A. rhagadoïdes* et *A. undulata* sont particulièrement élevées (87,5%), celles d'*A. vesicaria* relativement faibles (31,2%). *A. vesicaria*, *A. halimus*, *A. paludosa* et *A. canescens* manifestent une tendance à des pertes inférieures à celles d'*A. nummularia*, qui est l'espèce utilisée dans des plantations à grande échelle.

Tabl. 4: Pertes moyennes (%) d'*Atriplex* spp. ainsi que *Artemisia herba alba* d'un essai d'adaptation planté en 1988 à Gouttitir durant 3 campagnes par rapport au nombre de plants mis en place

Génotype		Nov. 1989	Sept. 1990	Sept. 1991
<i>A. vesicaria</i>	AUS	6,2	12,5	31,2
<i>A. halimus</i>	GUI	12,5	12,5	37,5
<i>A. halimus</i>	ELB	12,5	18,7	37,5
<i>A. paludosa</i>	AUS	6,3	12,5	37,5
<i>A. canescens</i>	AUS	18,7	18,7	43,6
<i>A. halimus</i>	OUJ	18,7	18,7	43,6
<i>A. halimus</i>	MBA	0	6,2	56,2
<i>A. lentiformis</i>	AUS	25,0	43,7	56,2
<i>A. nummularia</i>	AUS	37,5	31,2	56,2
<i>A. nummularia</i>	QER	31,2 ns	37,5 ns	62,5 ns
<i>A. nummularia</i>	DER	31,2	37,5	62,5
<i>A. canescens</i>	KMT	6,2	18,7	68,6
<i>A. lentiformis</i>	KMT	18,7	25,0	75,0
<i>A. nummularia</i>	BEN	25,0	31,2	75,0
<i>A. herba alba</i>	FRE	18,7	37,5	75,0
<i>A. nummularia</i>	ELB	37,5	43,7	81,2
<i>A. semibaccata</i>	AUS	6,2	25,0	81,2
<i>A. glauca</i>	AUS	12,5	31,2	87,5
<i>A. rhagadoides</i>	AUS	25,0	31,2	87,5
<i>A. undulata</i>	AUS	25,0	50,0	87,5
Moyenne		18,7 B	27,2 B	62,2 A

Moyennes suivies par la même lettre (A, B) ne diffèrent pas pour $P = 0,05$.

Les résultats de deux essais d'adaptation mis en place 1989 à Gouttitir et Sidi Amer diffèrent nettement (tabl. 5). A Gouttitir, les pertes moyennes atteignent déjà 68% à la fin de l'année de plantation et 79% à la fin de la 2ème année. La tendance à des pertes inférieures chez *A. vesicaria*, *A. paludosa* et *A. halimus* par rapport à *A. nummularia* se confirme. A Sidi Amer, les pertes sont minimales. Seulement les pertes d'*A. rhagadoides* diffèrent significativement de celles de 7 génotypes sans aucune perte à la fin de la deuxième année (tabl. 5). Les pertes d'*A. nummularia* sont également très faibles.

Tabl. 5: Pertes moyennes (%) des plantes installées dans les essais d'adaptation de 17 génotypes d'*Atriplex* spp. mis en place en 1989 à Gouttitir et à Sidi Amer

Génotype		Gouttitir		Sidi Amer	
		Sept. 90	Sept. 91	Sept. 90	Sept. 91
<i>A. vesicaria</i>	AUS	47,5	55,0 b	12,5	12,5 ab
<i>A. paludosa</i>	AUS	42,5	57,5 ab	0	0 b
<i>A. halimus</i>	ELB	55,0	62,5 ab	0	0 b
<i>A. halimus</i>	GUI	50,0	65,0 ab	0	0 b
<i>A. halimus</i>	MBA	65,0	75,0 ab	0	0 b
<i>A. nummularia</i>	QUA	67,5	77,5 ab	2,5	2,5 ab
<i>A. nummularia</i>	QER	70,0 ns	80,0 ab	5,0	5,0 ab
<i>A. nummularia</i>	DER	72,5	80,0 ab	2,5 ns	2,5 ab
<i>A. semibaccata</i>	AUS	55,0	80,0 ab	2,5	2,5 ab
<i>A. nummularia</i>	BEN	75,0	82,5 ab	2,5	2,5 ab
<i>A. glauca</i>	AUS	52,5	87,5 ab	2,5	2,5 ab
<i>A. canescens</i>	AUS	87,5	87,5 ab	0,	0 b
<i>A. canescens</i>	KMT	90,0	90,0 a	2,5	2,5 ab
<i>A. lentiformis</i>	KMT	87,5	90,0 ab	0	0
<i>A. rhagodoïdes</i>	AUS	80,0	90,0 ab	10,0	17,5 a
<i>A. lentiformis</i>	AUS	72,5	92,5 a	2,5	5,0 ab
<i>A. nummularia</i>	AUS	82,5	92,5 a	0	0 b
Moyenne		67,8 B	79,1 A	2,7 NS	3,2 NS

Moyennes suivies par la même lettre (A, B, ab) pour un site donné ne diffèrent pas pour $P = 0,05$.

En ce qui concerne le rendement, seuls les résultats obtenus à Sidi Amer par défoliation sont présentés ci-après (tabl. 6). Le calcul du rendement par régressions à partir de la hauteur et du diamètre ne semble pas être possible à partir des données de nos essais.

A Sidi Amer, le rendement en MS varie entre 38 et 214 g par arbuste. A cause de fortes variations intraspécifiques, le rendement d'*A. vesicaria*, placée en tête avec 214 g, diffère des génotypes avec moins de 130 g/arbuste; celui d'*A. semibaccata* et *A. nummularia* diffère des génotypes à rendement < 80 g (tabl. 6). L'ordre du rendement par génotype favorise ceux qui sont très feuillus (*A. nummularia*, *A. paludosa*) par rapport à ceux riches en tiges (*A. canescens*, *A. halimus*, *A. lentiformis*, *A. rhagadoïdes*). La teneur en matière sèche, très élevée en moyenne (53%), montre une tendance similaire: les génotypes riches en feuilles ont une teneur inférieure, ceux qui sont très pourvus en tiges ont une teneur supérieure à la moyenne.

Tabl. 6: Rendement et teneur en matière sèche d'un essai d'adaptation d'*Atriplex* spp. à Sidi Amer

Génotype		MS/arbuste (g)	Teneur en MS (%)
<i>A. vesicaria</i>	AUS	214,0 a	56,2 abcd
<i>A. semibaccata</i>	AUS	182,6 ab	54,1 bcde
<i>A. nummularia</i>	DER	143,0 ab	42,8 de
<i>A. paludosa</i>	AUS	142,0 abc	50,3 cde
<i>A. nummularia</i>	QUA	132,4 abc	41,7 e
<i>A. nummularia</i>	AUS	111,7 bc	41,6 e
<i>A. nummularia</i>	BEN	85,9 bc	49,3 cde
<i>A. halimus</i>	GUI	79,5 bc	50,0 cde
<i>A. lentiformis</i>	KMT	68,8 c	56,8 abc
<i>A. nummularia</i>	QER	65,6 c	44,4 cde
<i>A. canescens</i>	AUS	63,7 c	64,8 ab
<i>A. glauca</i>	AUS	50,1 c	69,4 a
<i>A. halimus</i>	NBA	49,4 c	55,6 abcd
<i>A. canescens</i>	KMT	49,2 c	57,8 abc
<i>A. rhagadoïdes</i>	AUS	46,9 c	51,0 cde
<i>A. halimus</i>	ELB	40,6 c	54,2 bcde
<i>A. lentiformis</i>	AUS	38,3 c	56,0 abcd
Moyenne		92,0	52,7

Moyennes suivies par la même lettre ne diffèrent pas pour $P = 0,05$.

3.2. Semis d'arbustes fourragers

Le pourcentage moyen d'installation (77%) enregistré dans l'essai de semis réalisé en novembre 1988 (proportion de poquets par rapport aux plants installés) a baissé de façon continue au cours de la première année, pour atteindre 10% en septembre 1989. Tous les plants restants se sont desséchés en été 1990 et en septembre 1991, aucun plant issu de semis n'a été observé. Il est probable qu'il n'y a pas eu de germination de graines stockées dans le sol, à la suite des pluies favorables de septembre et novembre 1990. Dans ces conditions dominées par le stress hydrique, le mode de semis s'est révélé sans incidence sur le taux de survie.

Dans l'essai semé en décembre 1989, seuls 15 poquets parmi 1440 ont donné des plants (1,0 %), dont 5 se sont desséchés en septembre 1991. Dans l'essai de démonstration, il y a eu, une année après le semis, 4,1% de poquets pourvus d'au moins un plant. Parmi ces 140 plants survivants, 124 appartenaient à *A. halimus*, 7 à *A. nummularia* et 9 à *A. rhagadoïdes*. Lors du contrôle en septembre 1991, la plupart de ces plants étaient également desséchés.

Par contre à Sidi Amer, la levée du même essai a été excellente grâce à une pluviométrie nettement plus favorable. Là, un peuplement dense a été installé septembre 1991 avec des plantes d'une hauteur et d'un diamètre moyens d'environ 100 et 80 cm respectivement. Bien que le mélange semé comprenait à part égale les espèces *A. halimus*, *A. nummularia* et *A. rhagadoides*, le peuplement a été composé presque exclusivement d'*A. halimus*. La méthode de semis "furrow" a fourni des peuplements plus denses que la méthode "mound-niche".

3.3. Biomasse des plantations *Atriplex nummularia*

La hauteur et le diamètre des arbustes pourvus de feuilles augmentent, en tendance, avec l'âge de la plantation, mais il y a également des différences entre les sites (tabl. 7).

Tabl. 7: Hauteur et diamètre d'*Atriplex nummularia* de différentes plantations

Plantation	Age (ans)	Hauteur (cm)	Diamètre (cm)
A 85 Ain Beni Mathar	6	128 a	129 a
F 85 Frétisse	6	120 ab	114 ab
G 85 Gouttitir	6	88 bc	70 bc
G 87 Gouttitir	4	79 c	40 c
F 89 Frétisse	2	77 c	62 c
G 88 Gouttitir	3	75 c	34 c
Moyenne		94	75

Moyennes suivies par la même lettre ne diffèrent pas pour $P = 0,05$.

La production annuelle moyenne par arbuste enregistrée en 1990/91 dans toutes les plantations est de 374 g, avec des extrêmes de 36 g (G 88) et de 1100 g (A 85). En raison de la variation élevée du rendement en matière sèche/arbuste d'une même plantation, les différences significatives entre plantations se limitent à la supériorité d'Ain Beni Mathar par rapport à F 89, G 85, G 87 et G 88 ainsi que de Frétisse 87 par rapport à G 87 et G 88 (tabl. 8). La teneur moyenne en matière sèche de toutes les plantations est de 41,5%. Les plantations des Hauts Plateaux ont en moyenne une teneur en matière sèche de 35,7%, celle de Gouttitir atteint 47,2% (tabl. 8).

Tabl. 8: Rendement et teneur en matière sèche des plantations d'*Atriplex nummularia*

Plantation	Age (ans)	MS/arbuste (g)	Teneur en MS (%)
A 85 Ain Beni Mathar	6	1100 a	28,7 c
F 85 Frétisse	6	727 ab	36,5 b
F 89 Frétisse	2	190 bc	41,9 ab
G 85 Gouttitir	6	131 bc	47,7 a
G 87 Gouttitir	4	60 c	47,5 a
G 88 Gouttitir	3	36 c	46,5 a
Moyenne		374	41,5

Moyennes suivies par la même lettre ne diffèrent pas pour $P = 0,05$.

4. DISCUSSION

4.1. Essais d'adaptation

Une comparaison entre les pertes dans les essais d'adaptation à Gouttitir et la pluviométrie de différentes campagnes indique une influence particulière de la répartition des pluies pendant la période critique comprise entre fin mars et juin. Ainsi, les pertes relativement faibles de la campagne 1989/90 qui était très sèche dans l'ensemble, sont associées à une répartition convenable des 54 mm de pluies tombées entre fin mars et juin, suivies par des précipitations supérieures à la moyenne en septembre, ce qui a réduit la période sans pluies à environ 3 mois. Par contre, les pertes massives de la campagne 1989/90 qui a été plus pluvieuse aussi bien sur l'année entière que pendant la période fin mars à juin (79 mm), sont associées à une période estivale sans pluies de plus de 4 mois. Il semble donc que des jeunes plantations qui ne reçoivent que de faibles pluies printanières (environ 50 mm), suivies par une période sèche supérieure à 3 mois, ont un faible taux de survie.

Les pertes très faibles à Sidi Amer peuvent être attribuées à une pluviométrie supérieure à la moyenne (vraisemblablement > 200 mm) et à une très courte période estivale sans pluies (< 2 mois).

Nous considérons que pour la réussite des jeunes plantations et particulièrement au cours de l'année d'installation, 70 à 100 mm de pluies assez bien réparties durant la période de croissance printanière sont nécessaires et que la période estivale sans pluies ne doit pas dépasser 3 mois. Des différences génotypiques importantes par rapport au risque climatique n'ont pas été

constatées entre les types d'*Atriplex* testés dans nos essais d'adaptation. Néanmoins, une tendance nette à une persistance supérieure d'*A. vesicaria*, *A. halimus* et *A. paludosa* par rapport à *A. nummularia* est incontestable à Gouttitir. Le taux de survie élevé et le niveau de production de la biomasse à Sidi Amer suggèrent que *A. vesicaria* et *A. paludosa* constituent des alternatives potentiellement plus productives et persistantes qu'*A. nummularia* utilisée exclusivement jusqu'à maintenant. *A. halimus*, bien que moins productif en biomasse consommable que *A. nummularia*, semble supérieur à celle-ci car il protège mieux le sol et montre une plus grande résistance à la sécheresse.

4.2. Semis d'arbustes fourragers

Les résultats des semis d'*Atriplex* spp. indiquent que par rapport aux plantations, les ensemencements sont beaucoup plus sous la dépendance des conditions météorologiques. Des pluies printanières relativement abondantes et bien réparties entre mars et juin ou quelques précipitations estivales efficaces constituent un préalable à la bonne réussite du semis. De telles conditions faisant défaut à Gouttitir, tous les essais de semis s'y sont soldés par un échec.

L'installation convenable d'un essai de démonstration à Sidi Amer en conditions météorologiques beaucoup plus favorables, ne peut pas faire illusion quant aux chances minimales de cette technique, même si quelques aspects (choix de sites à conditions hydriques améliorées, choix du génotype, optimisation d'impluvium, traitement de semences) permettent d'optimiser cette technique.

Dans l'ensemble, les conditions pluviométriques moyennes de l'Oriental apparaissent trop sévères pour accorder une place aux semis d'arbustes dans la pratique.

4.3. Biomasse des plantations d'*A. nummularia*

Les faibles hauteurs et diamètres des plants de Gouttitir s'expliquent en partie par une chute des feuilles avant le relevé de septembre 1991 (notons que le relevé n'a retenu que les branches pourvues de feuilles). La chute partielle des feuilles à Gouttitir est due aux conditions météorologiques plus sévères que celles des Hauts Plateaux enregistrées au cours de la campagne 1990/91 (tabl. 2).

La dépendance vis-à-vis de la pluviométrie se reflète également dans le rendement en matière sèche. Celui-ci est faible à Gouttitir, indépendamment de l'âge de la plantation (36 à 131 g/arbuste), comparé à celui obtenu dans les Hauts Plateaux (190 à 1100 g/arbuste).

La production potentielle en biomasse d'*Atriplex* dans l'Oriental a des conséquences directes sur la faisabilité économique de sa culture, qui peut être évaluée de la manière suivante. En supposant une production élevée, analogue à la meilleure parcelle d'Ain Beni Mathar, de 1100 g MS/arbuste/an, une densité de 1.000 plants/ha, une durée de vie de la plantation de 10 ans dont 8 ans d'exploitation, on obtiendrait une production totale de 8.800 kg MS/ha pendant la période d'utilisation. Cela correspond sur la base de 0,28 UF/kg de MS selon El Hamrouni et Sarson (1974) à 2.464 UF/ha. En estimant les frais de plantation à 3.000 - 4.000 DH/ha, le prix de revient de l'UF d'*Atriplex* se situe entre 1,21 et 1,62 DH sans compter les frais d'entretien, contre 1,00 - 1,50 DH pour un kg d'orge (prix septembre 1990). L'hypothèse d'une production moyenne d'*Atriplex* de 1.100 kg MS/ha/an est beaucoup trop optimiste dans le cas de l'Oriental. On doit admettre que la comparaison entre *Atriplex* et l'orge est en réalité encore plus désavantageuse pour *Atriplex*. Ceci doit avoir des conséquences sur la planification de grandes plantations qui ne peuvent pas être rentabilisées dans les conditions actuelles. En effet, dans un tel contexte économique, on ne peut espérer que les populations réalisent par leurs propres moyens des plantations d'*Atriplex*. Or, c'est là le seul moyen de traiter en amélioration pastorale des superficies significatives.

Les grandes plantations resteront donc forcément sous la responsabilité des services publiques. Elles doivent cependant être mieux orientées vers la protection et la réhabilitation des milieux dégradés afin de ne pas focaliser leur intérêt sur des critères micro-économiques.

5. CONCLUSIONS

La quantité et la répartition des pluies de fin mars à juin ainsi que la durée de la période estivale sèche ont une importance décisive sur la réussite d'une plantation d'*Atriplex*.

La réussite d'un semis est beaucoup plus dépendante des conditions météorologiques que ne l'est la plantation. Les conditions climatiques sévères de l'Oriental ne permettent de recourir au semis qu'exceptionnellement, lorsque les conditions hydriques sont améliorées, en particulier dans des zones d'épandage.

A. vesicaria, *A. paludosa* et *A. halimus* supportent mieux le stress hydrique que *A. nummularia*. En général, *A. vesicaria* et *A. paludosa* dépassent *A. nummularia* en production de matière sèche. Ces deux espèces peuvent donc servir d'alternative à *A. nummularia* dans les grandes plantations. Bien que produisant moins de matière sèche que *A. nummularia*, *A. halimus* convient mieux grâce à sa meilleure adaptation et sa capacité de mieux protéger les sols.

La production annuelle en matière sèche de plantations d'*Atriplex nummularia* âgées de 6 ans, qui a varié de 131 à 1100 g/arbuste en 1990/91, ne permet pas d'obtenir dans l'Oriental un prix de revient par UF compétitif avec le prix de l'orge, et ceci même dans des conditions quasi optimales. Pour cela, il est vain d'espérer que la population se lance dans l'installation de plantations privées. Vu les risques écologiques et économiques, il semble indiqué d'orienter les plantations de production vers un objectif de réhabilitation et de protection des sites dégradés, en considérant que la régénération de la végétation spontanée et particulièrement d'*Artemisia herba alba* fait partie intégrante de telles mesures. Des dispositifs exclusivement mécaniques (sillons en courbes de niveau, banquettes etc.), associés à la mise en défens, sans plantation seraient tout aussi efficaces pour la régénération de la végétation spontanée. Toutefois, l'interdiction du parcours est plus facilement acceptée dans la mesure où elle est accompagnée d'une plantation.

6. REMERCIEMENTS

Nous remercions Mme Bouinidane pour la dactylographie du manuscrit.

7. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Baumann, M. (1989). Région de l'Oriental. Dans: INRA/GTZ, Programme Fourrages. Rapport Annuel, 144-63, Rabat, manusc. ronéot.
- Baumann, M. (1990). Possibilités et limites de l'installation d'arbustes fourragers en vue d'amélioration pastorale des régions steppiques du Maroc Oriental. Résultats préliminaires. *Al Awamia* 74, 85-105.
- Baumann-Matthäus, M. (1990). Région de l'Oriental. Dans: INRA/GTZ, Programme Fourrages. Rapport Annuel, 132-58, Rabat, manusc. ronéot.

- Baumann-Matthäus, M. (1991). Potentiels et contraintes de l'installation d'arbustes fourragers dans l'Oriental. *Dans: INRA/GTZ, Programme Fourrages. Rapport Annuel, 179-83, Rabat, manusc. ronéot.*
- El Hamrouni, A. et Sarson, M. (1974). Valeur alimentaire de certaines plantes spontanées ou introduites en Tunisie. Note de recherche N° 2, Inst. Nat. de Recherches Forestières, Tunis.
- Mill, E. (1988). Région de l'Oriental. *Dans: INRA/GTZ, Programme Fourrages. Rapport Annuel, 196-217, Rabat, manusc. ronéot.*