

Contribution à l'étude de la répartition des luzernes annuelles spontanées en Algérie selon certains facteurs du milieu

A. Abdelguerfi¹, J.-Y. Chapot², A.P. Conesa³

En Algérie, l'agriculture des zones semi-arides est caractérisée par la rotation jachère-blé, la jachère occupant environ 3 millions d'hectares en 1980, soit 43 % de la surface agricole réservée aux cultures herbacées (Ministère de l'Agriculture, 1981).

Un examen critique de ce système de culture, à la lumière de travaux de recherche et de l'évolution des techniques culturales, conduit à reconsidérer la place réservée à la jachère (ESSAFI, 1964, PERRIER, 1970). Par ailleurs, dans la pratique, la jachère est souvent pâturée tardivement ; on peut alors considérer qu'elle perd en grande partie ses justifications.

MOTS CLÉS

Algérie, facteur climat, facteur édaphique, facteur milieu, luzerne annuelle, pays méditerranéen, répartition des espèces, variabilité interspécifique

KEY-WORDS

Algeria, annual medicks, climatic factor, edaphic factor, environmental factor, interspecific variability, Mediterranean countries, species distribution

AUTEURS

1. Institut National Agronomique, Département d'Agronomie Générale, Laboratoire d'Agriculture El Harrach-Alger, Algérie.

2. I.N.R.A., Station d'Agronomie, 28, rue de Herrlisheim, 68021 Colmar, France.

3. I.N.R.A., Laboratoire d'Etudes Comparées des Systèmes Agraires, 2, place Viala, 34060 Montpellier, France.

Il convient donc de concevoir des systèmes de cultures plus intensifs, qui assurent le maintien, voire une amélioration de la fertilité des sols, une plus grande intégration de l'élevage à la céréaliculture (GACHET et ELMIR, 1972), afin, notamment, de limiter les risques liés à l'élevage traditionnel (SKOURI, 1971).

Pour atteindre ces objectifs, des solutions complémentaires ont été envisagées, notamment l'introduction dans la rotation d'espèces fourragères telles que les luzernes annuelles (HENTGEN, 1970 ; GACHET et ELMIR, 1972 ; CHAPOT et al., 1974 ; Rapport IDGC, 1980).

Depuis les années 1950, les luzernes annuelles sont largement utilisées en rotation avec une culture de céréale dans les zones sub-humides et semi-arides de l'Australie du Sud (PUCKRIDGE et FRENCH, 1983 ; GINTZBURGER, 1984). Ces espèces possèdent une certaine proportion de graines dures, ayant une germination étalée dans le temps (QUINLIVAN, 1971). Cette propriété est mise à profit ; elle permet une régénération spontanée d'un peuplement de luzernes après la céréale. Les levées sous céréales sont détruites par désherbage.

Les luzernes annuelles n'existaient pas à l'état spontané en Australie. Les variétés utilisées sont issues de prospections principalement dans les Pays du Bassin Méditerranéen. Les nombreux essais et observations en culture ont permis de mieux connaître l'adaptation des espèces aux diverses conditions pédo-climatiques de l'Australie du Sud (ADEM, 1977 ; SILSBURY et al., 1979 ; CRAWFORD, 1981 ; PUCKRIDGE et FRENCH, 1983).

En Algérie, la mise en place d'essais de comportement à partir d'espèces et de variétés introduites pouvait constituer une voie de recherche. Mais une telle approche est lourde et ne prendrait en compte ni les potentialités de la flore locale, ni la spécificité des conditions pédo-climatiques par rapport à celles de l'Australie du Sud. Un inventaire effectué en Algérie nous a montré la grande diversité des espèces de luzernes annuelles rencontrées dans différents milieux. Les premiers essais de comportement ont mis en évidence la variabilité du potentiel de production existant à l'intérieur des espèces (ADEM, 1974 ; CHAPOT et al., 1975 ; ABDELGUERFI, 1976 et 1978).

Les conditions écologiques des zones semi-arides des deux pays diffèrent en partie. En Algérie, la zone semi-aride est principalement située sur les Hauts Plateaux à une altitude voisine de 1 000 mètres. Le climat hivernal y est beaucoup plus froid que dans la zone céréalière de l'Australie du Sud.

L'adaptation des espèces et des variétés utilisées aux conditions du milieu constituant une des bases de la pérennité du système luzernes annuelles-céréales, cette analyse nous a conduit à adopter la démarche suivante :

— étudier les relations entre la présence des différentes espèces, leur abondance et certains facteurs du milieu ;

— récolter des populations spontanées, étudier leur comportement sur différents sites (Plaine intérieure et Hauts Plateaux) dans le but notamment de mettre en relation certaines de leurs caractéristiques (précocité...), avec les conditions écologiques de leur milieu d'origine.

Cette approche devrait permettre :

- d'orienter le choix des principales espèces à retenir en sélection,
- de contribuer à préciser le type de matériel végétal à sélectionner pour les principales zones climatiques,
- d'introduire dans les rotations les espèces les mieux adaptées au milieu.

Nous présentons dans cet article les résultats concernant l'étude de la répartition des espèces de luzernes annuelles en fonction de certains facteurs du milieu.

1. Méthode d'étude

Echantillonnage et notations

Les relevés (au nombre de 202) ont été répartis dans toute l'Algérie, au nord de la zone steppique, afin de couvrir au mieux la variabilité des conditions de climat et de sol. Nous avons prospecté, sur des jachères et des friches, des stations d'une surface d'un demi-hectare jugées homogènes. Les cartes pluviométriques n'étant pas assez précises, les stations inventoriées ont été localisées près des postes météorologiques pour lesquels il existait des séries climatiques relativement longues concernant la pluviométrie (moyenne annuelle sur 25 ans d'après GAUSSEN et BAGNOULS, 1947). Les informations concernant la température n'étant disponibles que pour un petit nombre de stations, l'effet de ce facteur n'est que partiellement appréhendé à travers le gradient d'altitude. L'absence de cartographie des sols nous a conduit à retenir, autour de chaque poste climatique, les différents types de sols rencontrés. Les données disponibles n'ont pas permis de stratifier l'échantillonnage. Aussi, les différentes classes des variables du milieu ont été échantillonnées de façon plus ou moins inégale.

Pour chaque relevé, nous avons noté :

- la présence des espèces et leur abondance (absente, faiblement abondante, moyennement abondante, très abondante) ; les observations (accompagnées d'une récolte des gousses) ont été effectuées fin juin - début juillet, à la maturité des

graines ; la détermination des espèces a été effectuée à partir de la flore de HEYN C.C. (1963) ;

- l'altitude ;
- la pluviométrie moyenne ;
- le pourcentage de la surface du sol occupé par des cailloux ;
- la pente et l'exposition ;

— un échantillon moyen de sol a été prélevé en surface (0-25 cm) et analysé : analyse granulométrique, pH (extrait aqueux 1/5), conductivité (extrait aqueux 1/5), calcaire total, teneur en phosphore assimilable (méthode JORET-

Variables	Codes	Limites supérieures des classes
Pluviométrie (mm)	PL 1 à PL 5	360, 450, 520, 680, 1730
Altitude (m)	AL 1 à AL 5	100, 270, 630, 850, 1550
pH	pH 1 à pH 4	7,5 ; 8,0 ; 8,5 ; 9,0
Calcaire total (%)	CT 1 à CT 5	3, 9, 18, 27, 68
Argile (%)	AG 1 à AG 5	12, 18, 23, 31, 52
Limons fins (%)	LF 1 à LF 5	13, 20, 25, 32, 49
Limons grossiers (%)	LG 1 à LG 5	15, 20, 24, 28, 59
Sables (%)	SA 1 à SA 5	15, 24, 37, 50, 86
Texture	TE 1 à TE 5	Très fine, fine, moyenne, grossière, très grossière
Matière organique (%)	MO 1 à MO 5	1,8 ; 2,2 ; 2,8 ; 3,2 ; 6,6
Limons/Argile	LA 1 à LA 5	1,3 ; 1,8 ; 2,6 ; 3,6 ; 9,9
Carbone/Azote	CN 1 à CN 5	8, 10, 12, 17, 30
Sodium (ppm)	NA 1 à NA 5	30, 45, 70, 110, 999
Potassium (ppm)	K 1 à K 5	155, 257, 345, 450, 2925
Magnésium (ppm)	MG 1 à MG 5	179, 249, 343, 435, 2430
Phosphore (ppm)	P 1 à P 5	57, 85, 127, 200, 1975
Cailloux (%)	CL 1 à CL 6	5, 10, 20, 30, 40, 50
Pente (%)	PE 1 à PE 6	5, 10, 15, 20, 25, 30
Exposition	EX 1 à EX 9	N, N-E, E, S-E, S, S-O, O, N-O, terrain plat
Conductivité (mmhos/cm)	CO 1 à CO 5	0,07 ; 0,09 ; 0,10 ; 0,14 ; 3,77

TABLEAU 1 : Limites supérieures des classes des variables utilisées dans le traitement par l'analyse factorielle des correspondances et pour l'établissement des profils écologiques

TABLE 1 : Upper limits of the classes of the factors utilised for the factorial analysis of correspondances and for the charting of ecological profiles

HEBERT) et en potassium, magnésium et sodium échangeable (extraction : méthode METSON), teneur en carbone (méthode ANNE) et en azote (méthode KJELDHAL), rapport C/N.

Traitement statistique des données

Elles ont été traitées par des méthodes complémentaires :

— L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) permet de prendre en compte *globalement* les variables qualitatives et quantitatives (*) (BENZECRI, 1969). La méthode a été décrite par BRIANE et al. (1974). Son intérêt en agronomie et en écologie a été montré respectivement par CONESA et al. (1972) et par GUINOCHET (1973). Pour homogénéiser variables qualitatives et quantitatives, ces dernières ont été divisées en classes. Les bornes des classes ont été choisies de façon à ce que les effectifs de chacune d'elles soient égaux (tableau 1). Au cours de deux traitements nous avons mis en relation les variables du milieu avec d'une part la présence des espèces et d'autre part leur abondance. Les liaisons établies par l'AFC ont été vérifiées et précisées par les 2 méthodes suivantes.

— L'établissement de profils écologiques pour les espèces les plus fréquentes (fréquence relative d'une espèce dans les différentes classes des variables).

— Des tests χ^2 d'ajustement.

2. Résultats et interprétation par l'Analyse Factorielle des Correspondances

Nous avons rencontré 17 espèces de luzernes annuelles sur les 202 relevés (tableau 2) ; *Medicago polymorpha*, *M. truncatula*, *M. orbicularis* sont les espèces les plus fréquentes. Onze espèces sont présentes dans moins de 9 % des relevés.

Relations entre la présence des espèces et les variables du milieu

Sur la figure 1, nous avons présenté les résultats de l'AFC (carte de correspondances). Les trois premiers axes contribuent à expliquer 59 % de l'inertie totale du nuage de points. Le plan formé par les axes factoriels 1 et 2 permet de distinguer nettement trois groupes d'espèces. *Medicago murex*, *M. arabica* et *M. so-*

(*) Le traitement par l'analyse factorielle des correspondances a été réalisé au Laboratoire de Biométrie I.N.R.A., Jouy-en-Josas et nous remercions l'équipe de M. TOMASSONE.

Espèces de Medicago	Code	Fréquence relative (%)			
		sur 202 relevés	dans les classes d'abondance		
			faible	moyenne	forte
<i>M. polymorpha</i> (L.)	Po	93,1	27,7	37,8	34,5
<i>M. truncatula</i> Gaertner	Tr	54,5	54,5	26,4	19,1
<i>M. orbicularis</i> (L.) Bartal	Or	53,5	66,7	27,8	5,5
<i>M. aculeata</i> Gaertner	Ac	42,6	59,3	32,6	8,1
<i>M. ciliaris</i> (L.) All.	Ci	39,6	57,5	25,0	17,5
<i>M. minima</i> (L.) Bartal	Mi	24,3	71,4	18,4	10,2
<i>M. intertexta</i> (L.) Miller	In	8,4	64,7	23,5	11,8
<i>M. murex</i> Willd	Mu	7,4	33,3	33,3	33,3
<i>M. scutellata</i> (L.) Miller	Sc	5,5	0,0	72,7	27,3
<i>M. littoralis</i> Rhode	Li	4,5	0,0	66,7	33,3
<i>M. secundiflora</i> Durieu	Se	3,5	0,0	71,4	28,6
<i>M. tornata</i> (L.) Miller	To	3,0	66,6	16,7	16,7
<i>M. rigidula</i> (L.) All.	Ri	1,5	33,3	33,3	33,3
<i>M. laciniata</i> (L.) Miller	La	1,5	0,0	66,7	33,3
<i>M. rugosa</i> Desr.	Ru	1,5	0,0	66,7	33,3
<i>M. soleirolii</i> Duby	So	1,5	0,0	0,0	100,0
<i>M. arabica</i> (L.) Hudson	Ar	1,0	0,0	0,0	100,0

TABLEAU 2 : Fréquences relatives des espèces rencontrées sur les 202 relevés et dans les différentes classes d'abondance

TABLE 2 : Relative frequency of the species found in the 202 locations and in the various abundance classes

leirolii sont des espèces que l'on rencontre sur les sols légèrement acides ou neutres, dans les régions ayant les pluviométries les plus élevées.

Medicago ciliaris, *M. intertexta*, *M. scutellata* et *M. aculeata* se développent sur les sols les plus argileux, contrairement à *M. laciniata*, *M. littoralis*, *M. tornata*, *M. arabica*, *M. soleirolii* et *M. minima* qui croissent sur les sols de texture plus grossière. *Medicago intertexta* pousse sur les sols lourds dans les zones les plus arrosées.

Le plan formé par les axes factoriels 1 et 3 permet d'opposer deux ensembles d'espèces : *Medicago littoralis* et *M. laciniata* localisées aux altitudes les plus faibles et *M. aculeata*, *M. scutellata*, *M. secundiflora*, *M. rugosa* et *M. rigidula* que l'on trouve à des altitudes plus élevées.

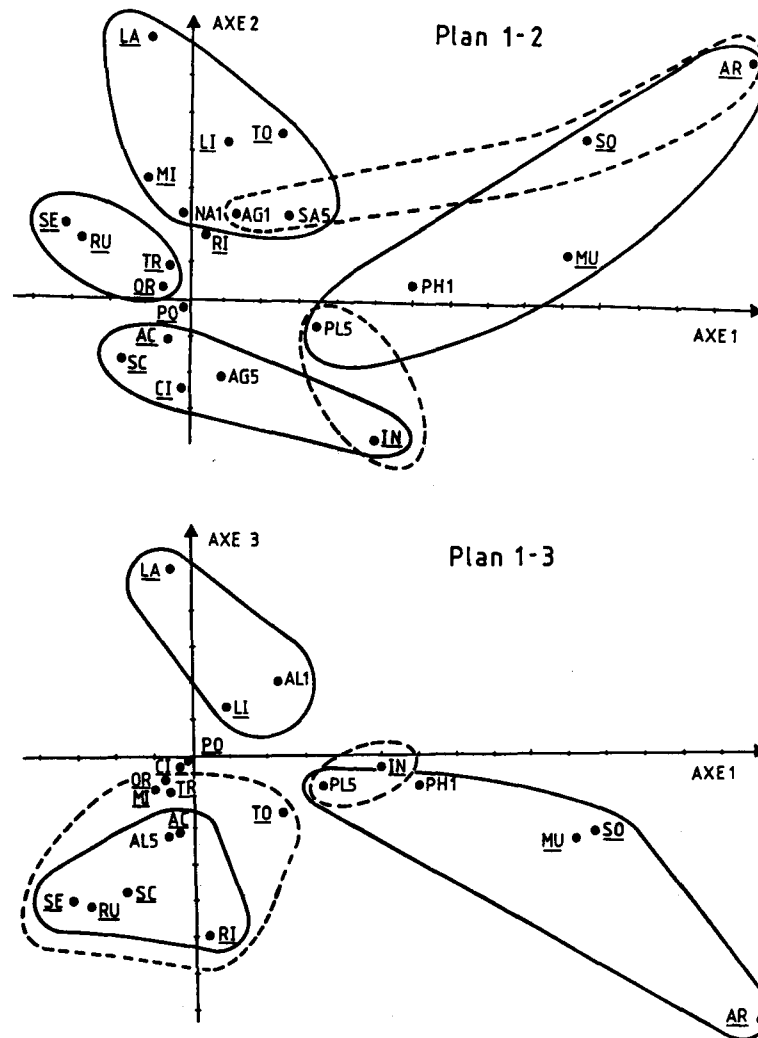


FIGURE 1 : Analyse factorielle des correspondances : relation entre la présence des espèces et les facteurs du milieu (plans 1-2 et 1-3)

FIGURE 1 : Factorial analysis of correspondances : relationship between the presence of species and the environmental factors (plans 1-2 and 1-3)

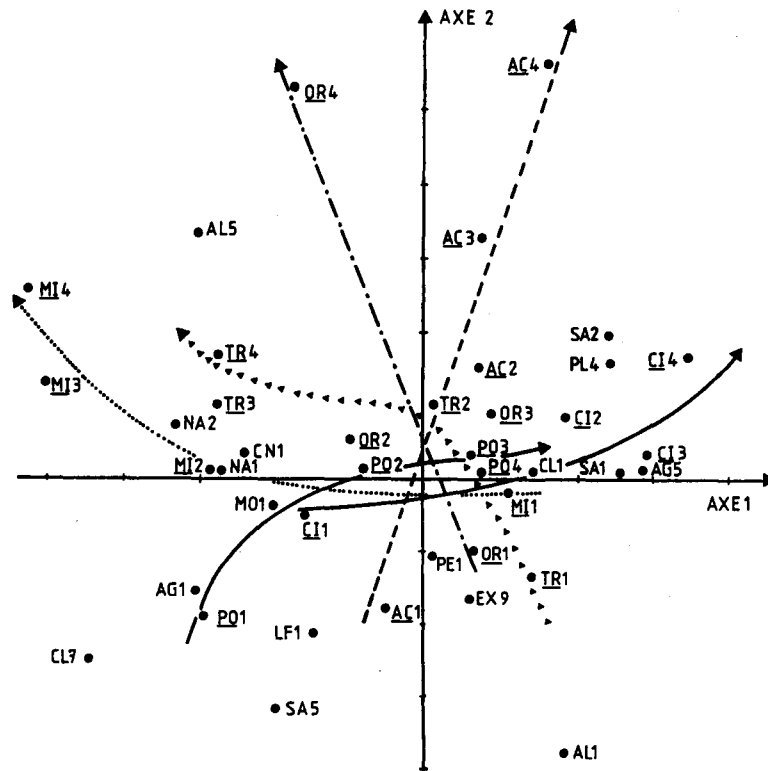


FIGURE 2 : Analyse factorielle des correspondances : relation entre le gradient d'abondance des espèces et les facteurs du milieu (plan 1-2). Le chiffre qui accompagne l'abréviation de l'espèce indique : 1 : absent, 2 : rare, 3 : moyennement abondant, 4 : abondant

FIGURE 2 : Factorial analysis of correspondences : relationship between the gradient of abundance of species and the environmental factors (plan 1-2). The figure after the abbreviated name of the species means : 1 : absent, 2 : rare, 3 : moderately abundant, 4 : abundant

Relations entre l'abondance des espèces et les variables du milieu

Les trois premiers axes extraient 48 % de l'information totale. Nous ne présenterons que les résultats se rapportant au premier plan factoriel (39 % de l'information) et aux espèces les plus fréquemment rencontrées (figure 2).

On observe sur le premier plan factoriel que l'abondance de plusieurs espèces augmente parallèlement aux axes. L'abondance de *Medicago ciliaris* est supérieure pour les textures fines. Celle de *Medicago minima* s'élève pour les textures grossières, les fortes altitudes et les terrains caillouteux. *Medicago truncatula* est plus abondante pour les altitudes élevées.

Medicago aculeata et *M. orbicularis* sont plus abondantes quand l'altitude augmente. La première espèce est plus abondante sur les sols lourds et la deuxième sur les sols de texture intermédiaire.

Les informations fournies par l'analyse factorielle des correspondances en classes d'abondance confirment les résultats obtenus par l'AFC en présence-absence et elles les précisent. A titre d'exemple, pour *Medicago ciliaris* ou pour *M. minima*, cette analyse montre que non seulement l'espèce est plus fréquente mais qu'elle est plus abondante respectivement quand la texture devient plus fine ou plus grossière. En prenant en compte l'abondance de l'espèce et non sa seule présence, on apporte une information complémentaire qui contribue à affiner l'étude des relations espèces-milieu.

La méthode d'analyse factorielle des correspondance a permis de distinguer parmi les espèces celles qui ont des *exigences écologiques particulières* : mise en évidence des espèces adaptées aux pH faiblement acides à neutres ; opposition entre les espèces adaptées aux textures les plus fines et les plus grossières.

Pour les espèces les plus fréquentes, nous avons vérifié les résultats de l'AFC d'une part en construisant des profils écologiques (figure 3), d'autre part à l'aide de tests χ^2 d'ajustement. Les résultats obtenus par ces différentes méthodes de traitement ont été contrôlés par un retour aux données du plan d'échantillonnage lequel, n'étant pas stratifié, peut conduire à des biais dans l'interprétation. Les résultats sont comparés à ceux de la bibliographie.

3. Résultats selon les variables du milieu-Discussion

Répartition des espèces en fonction de l'altitude et de la pluviométrie

Medicago arabica, *M. soleirolii*, préfèrent les zones les plus humides. NEGRE (1959) signale ces deux espèces dans le nord-est de l'Algérie qui est la région la plus humide du pays.

Medicago laciniata est au contraire l'espèce la mieux adaptée aux faibles pluviométries. JAHANDIEZ et MAIRE (1932), NEGRE (1956), HEYN (1963) la signalent dans les régions sèches.

Medicago rigidula a été rencontrée sous des pluviométries comprises entre 450 et 800 mm, et à des altitudes allant de 800 à 1 500 m. NEGRE (1956) a observé au Maroc sa présence jusqu'à 1 800 m d'altitude.

Medicago rugosa est présente sous les mêmes pluviométries que *M. rigidula*, à des altitudes de l'ordre de 850 à 950 m.

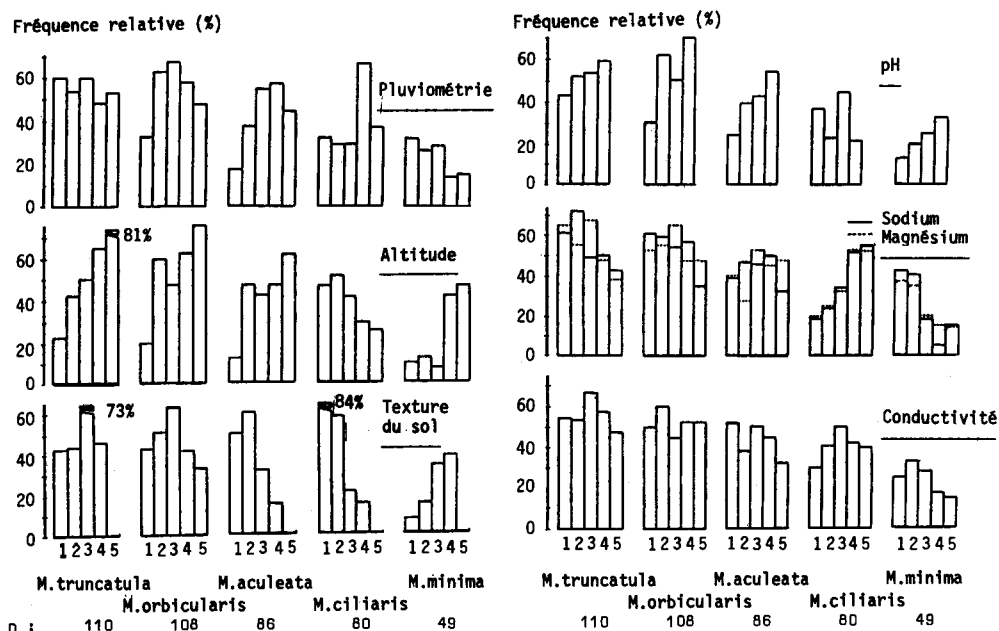


FIGURE 3 : Pour sept variables du milieu, profils écologiques des cinq espèces de luzerne annuelle les plus fréquentes (fréquence relative de l'espèce dans les différentes classes d'une variable)

FIGURE 3 : Ecological profiles of the five most frequent species of annual medicks for seven environmental factors (% relative frequency)

Les cinq espèces précédentes sont peu fréquentes dans nos relevés. Aussi est-il possible que nous ayons inventorié partiellement leurs possibilités d'adaptation.

On rencontre *Medicago tornata* essentiellement à l'ouest du pays pour des pluviométries de l'ordre de 400-450 mm et des altitudes moyennes à élevées (500-1100 m).

Medicago littoralis et *M. secundiflora* ne montrent pas d'exigences particulières du point de vue de la pluviométrie. Nous avons rencontré *M. littoralis* dans les régions littorales, ce qui confirme les observations de NEGRE (1959).

Medicago murex n'est présente que sous les fortes pluviométries (700-1100 mm) mais à des altitudes variables (50 à 1100 m). NEGRE (1956 et 1959) signale cette espèce dans les plaines atlantiques du Maroc et dans la région humide du nord-est algérien.

On trouve *Medicago scutellata* dans une large gamme de pluviométrie (entre 350 et 800 mm) et à des altitudes très variées (150 à 1 100 mm). Pour ce qui concerne l'altitude, les résultats rejoignent ceux de JAHANDIEZ et MAIRE (1932).

Medicago intertexta ne se rencontre que sous des pluviométries supérieures à 550 mm (et le plus souvent supérieures à 700 mm) et à des altitudes variables (de 30 à 800 m).

Medicago ciliaris est présente dans le nord-est de l'Algérie comme le mentionne NEGRE (1959) mais nous l'avons également rencontrée dans d'autres régions.

— Pluviométrie : D'après les profils écologiques *M. ciliaris* semble particulièrement liée à la classe 4 de la pluviométrie. Il s'agit en fait d'un biais d'échantillonnage car cette classe comporte une plus grande proportion de sols lourds et cette espèce est adaptée aux textures fines. Pour atténuer le biais on établit les profils en ne considérant que ces deux classes de texture. On constate alors qu'on rencontre cette espèce dans toutes les classes de pluviométrie (soit respectivement pour les classes 1 à 5 : 69 %, 50 %, 33 %, 77 % et 63 %).

— Altitude : Il y a davantage de sols lourds (T₁ + T₂) dans les classes d'altitude 1 et 2. Si l'on calcule la fréquence de *M. ciliaris* en fonction de l'altitude pour ces deux classes de texture, il apparaît que cette espèce est plus fréquente aux classes 1 à 3, d'altitudes inférieures à 630 m ($\chi^2 = 7,6 *$). La fréquence pour les classes d'altitude 1 à 5 est alors respectivement de 65 %, 63 %, 79 %, 53 %, 38 %).

Medicago aculeata :

— Pluviométrie : Les profils écologiques indiquent que l'espèce est adaptée plus particulièrement aux classes 3 à 5 de pluviométrie (> 450 mm). En fait, on constate que cette espèce est plus fréquente dans les classes de texture très fine à fine (dans 69 % des cas). Si l'on calcule la répartition de l'espèce dans les différentes classes de pluviométrie par rapport à ces 2 classes de texture, on constate qu'elle est en fait adaptée aux pluviométries > 360 mm des classes 2 à 5. La fréquence pour les classes de pluviométrie 1 à 5 est alors respectivement de 38 %, 63 %, 67 %, 58 %, 68 %.

— Altitude : L'espèce se rencontre le plus fréquemment pour les classes d'altitude 2 à 5 (> 270 m).

Medicago minima :

— Pluviométrie : D'après les profils écologiques, cette espèce est liée aux classes de pluviométrie 1 à 3 (< 520 mm). Or cette espèce est plus fréquente dans les classes de texture moyenne et grossière (71 % des cas). Si l'on considère sa répartition dans ces 2 classes, on remarque qu'elle est adaptée aux pluviométries 1

à 4 (< 680 mm). Sa fréquence est alors respectivement de 39 %, 33 %, 45 %, 44 % et 19 %.

— Altitude : *M. minima* est adaptée aux classes d'altitude 4 et 5 (> 630 m, $\chi^2 = 32,5$ ***). Ces résultats précisent ceux de HEYN (1963) qui signalait que cette espèce tolère les conditions édapho-climatiques les plus diverses.

Medicago truncatula et *M. orbicularis* sont adaptées à toutes les classes de texture ; on peut donc considérer les profils écologiques établis globalement pour les 5 classes de texture. *Medicago orbicularis* se développe le plus souvent pour des pluviométries supérieures à 360 mm. On la rencontre principalement au-dessus de 100 m d'altitude. NEGRE (1959) ne mentionne cette espèce que dans le Nord de l'Algérie. Elle existe également sur les Hautes Plaines. Selon NEGRE (1959), *Medicago truncatula* est largement répandue en Algérie. Nous l'avons trouvée sous toutes les pluviométries, y compris entre 150 et 450 mm comme l'indique CARTER (1975). Sa fréquence augmente avec l'altitude (pour une altitude supérieure à 270 m : $\chi^2 = 20,1$ ***).

Medicago polymorpha est adaptée à tous les milieux de la zone étudiée.

Répartition des espèces en fonction de quelques caractéristiques édaphiques

● la texture

M. ciliaris et *M. intertexta* sont adaptées aux textures fines et très fines (tableau 3). EMBERGER et GUINOCHE (1953) d'une part, NEGRE (1956) et HEYN (1963) d'autre part, signalent respectivement la première et la seconde espèce sur sols lourds.

M. aculeata et *M. scutellata* sont présentes dans les classes de texture moyenne à très fine alors que *M. rugosa*, *M. rigidula* et *M. secundiflora* sont localisées sur les textures moyennes à fines. CRAWFORD (1981) précise que *M. scutellata* donne en culture les meilleurs résultats sur sols argileux et limoneux. EMBERGER et GUINOCHE (1953) ont constaté que le groupement à *Cnicus benedictus* et *Ridolphia segetum* dont fait partie *M. aculeata* est localisé sur des sols limono-sableux, à bon drainage. NEGRE (1956) et HEYN (1963) la classent parmi les espèces de sols lourds. Nos résultats complètent ceux de ces auteurs puisqu'ils montrent (figure 3) que cette espèce est plus fréquente sur sols lourds mais qu'on la rencontre également sur les sols de texture moyenne et grossière.

M. soleirolii, *M. laciniata*, *M. tornata*, *M. littoralis*, *M. minima* et *M. arabica* sont adaptées aux textures moyennes à grossières. ANDREW et HELY (1960) notent la

Espèces de Medicago	Altitude*	Pluviométrie	pH**	Salinité* Na - Mg	Texture*
<i>M. arabica</i>	élevée	élevée	a → N	variée	grossière
<i>M. soleirolii</i>	variée	élevée	a → N	variée	my à grossière
<i>M. laciniata</i>	270 - 850 m	faible	b	faible à my	my à grossière
<i>M. rugosa</i>	850 - 950 m	450 - 800 mm	b	variée	my à fine
<i>M. rigidula</i>	800 - 1500 m	450 - 800 mm	b	variée	my à fine
<i>M. tornata</i>	500 - 1100 m	400 - 450 mm	B	variée	my à grossière
<i>M. littoralis</i>	faible	variée	b	variée	my à grossière
<i>M. secundiflora</i>	my à élevée	variée	b	variée	my à fine
<i>M. murex</i>	50 - 1100 m	forte : 700-1100 mm	a	faible	variée
<i>M. scutellata</i>	150 - 1100 m	350 - 800 m	b → N	my à forte	très fine à my
<i>M. intertexta</i>	30 - 800 m	> 550 m	b → N	variée	fine à très fine
<i>M. ciliaris</i>	+ fréquente < 630 m	variée	b → N	forte	fine à très fine
<i>M. minima</i>	+ fréquente > 630 m	+ fréquente < 680 mm	B	faible à my	my à grossière
<i>M. aculeata</i>	+ fréquente > 270 m	+ fréquente > 360 mm	B	variée	my à très fine
<i>M. orbicularis</i>	+ fréquente > 100 m	+ fréquente > 360 mm	B	variée	variée
<i>M. truncatula</i>	+ fréquente > 100 m	variée	V	variée	variée
<i>M. polymorpha</i>	variée	variée	V	variée	variée

* my : moyenne
 ** A : acide a : faiblement acide N : neutre
 B : basique b : faiblement basique V : varié

TABLEAU 3 : Adaptation à quelques facteurs du milieu des espèces de luzerne annuelle rencontrées en Algérie

TABLE 3 : Adaptation to certain environmental factors of the annual species of medicks found in Algeria

présence de *M. arabica* sur sols bien drainés. GINTZBURGER et BLESING (1979) signalent en Libye *M. littoralis* sur ce type de texture, tandis que HEYN (1963) limite la présence de cette espèce aux sols sablonneux côtiers. LAUMONT et DUCÉLLIER (1936) considèrent que cette espèce peut donner de bons pâturages dans les zones dunaires littorales. Les observations de CARTER (1975) et d'EMBERGER et GUINOCHE (1953) concernant *M. minima* sont en accord avec les nôtres. Ces derniers auteurs indiquent qu'elle est associée à un groupement phyto-sociologique avec *Poa bulbosa* en Oranie et qu'elle se localise sur les sols les plus secs et les mieux drainés. Nous avons trouvé *M. laciniata* sur des sols de texture moyenne à grossière contrairement aux observations de GINTZBURGER et BLESING (1979).

M. murex, *M. orbicularis*, *M. truncatula* et *M. polymorpha* sont présentes dans toutes les classes de texture. CARTER (1975) signale la présence de *M. orbicularis*

en Algérie sur les sols de texture moyenne à fine. Elle est en fait fréquente également lorsque la texture est grossière et très grossière. Pour ce qui concerne *M. truncatula*, nos observations concordent avec celles de CARTER (1975).

● le pH

Les 17 espèces ont été réparties dans 5 classes de pH : faiblement acide à neutre, faiblement basique à neutre, faiblement basique, basique, et pH varié.

Trois espèces sont adaptées aux sols faiblement acides à neutres (tableau 3). Ces sols sont par ailleurs situés dans les zones les plus humides. S'agit-il d'une adaptation au pH, à la pluviométrie ou à ces deux facteurs ? Ces observations vont dans le sens de celles d'ALVAREZ et MOREY (1977). Les autres espèces sont plus fréquentes dans les classes que nous avons indiquées ; cependant on les rencontre aussi dans toutes les autres classes. *M. truncatula* et *M. polymorpha* ont une fréquence comparable dans toutes les classes de pH.

● la salinité

Une espèce, *M. murex*, se développe sur les sols à faible conductivité (inférieure à 0,11 millimhos/cm).

Medicago laciniata et *M. minima* sont localisées le plus fréquemment sur des sols à conductivité faible à moyenne. Cependant on peut rencontrer *M. minima* sur des sols à forte conductivité (2,0 millimhos/cm).

Douze espèces sur dix sept tolèrent des conductivités variées, faibles à fortes. *Medicago scutellata* pousse sur des sols ayant une conductivité moyenne à très forte (1,5 millimhos/cm, 800 ppm de sodium). *M. ciliaris* est plus fréquente sur les sols à teneur élevée en magnésium et en sodium et pouvant atteindre des conductivités particulièrement fortes (jusqu'à 3,8 millimhos/cm). Il est admis que cette espèce tolère bien la salinité (EMBERGER et GUINOCHET, 1953, GREENWAY et ANDREW, 1962, BRUN et WACQUANT, 1981).

Conclusions

Par l'Analyse Factorielle des Correspondances on a pu mettre en évidence en une seule analyse globale les espèces qui ont des exigences écologiques particulières. Cette méthode a permis de distinguer les espèces qui sont adaptées aux pH les plus faibles et aux textures fines et grossières. Pour les autres espèces, l'interprétation de l'AFC est plus délicate. La construction des profils écologiques vient

alors compléter la description des relations espèces-milieu de manière fiable dans la mesure où l'on prend soin de retourner aux données du plan d'échantillonnage pour corriger les biais qui peuvent exister.

Il faut noter que, même dans le cas des espèces dont l'écologie paraît bien mise en évidence par l'AFC, cette méthode d'analyse fournit une information beaucoup moins riche que les profils écologiques. A titre d'exemple, *M. aculeata* se projette dans l'AFC près des textures fines ; les profils écologiques permettent de montrer qu'elle est en fait caractéristique des textures fines et moyennes.

L'information apportée par le niveau d'abondance des espèces complète les résultats obtenus en « présence-absence ». Lorsqu'une espèce est plus fréquente dans une classe de milieu, on constate qu'elle est également plus abondante dans ces relevés.

Le tableau 3 résume les principaux résultats de l'étude. Parmi les facteurs que nous avons pris en compte, la texture, la pluviométrie, le pH, la salinité et l'altitude semblent être ceux qui influencent le plus la répartition des espèces. Les résultats obtenus permettent d'orienter le choix des espèces. Ce choix est un élément important de la pérennité du système luzernes annuelles-céréales.

On constate que beaucoup d'espèces sont adaptées à une large gamme de variations des facteurs du milieu. Cependant, lorsque la texture est fine ou grossière, le pH faiblement acide, la pluviométrie élevée, la salinité forte, il convient de retenir l'espèce appropriée.

Il existe probablement des écotypes différents, notamment au sein des espèces qui ont un large spectre d'adaptation aux facteurs du milieu. On peut se demander si, en situant l'étude au niveau des variétés botaniques, on aurait pu affiner la connaissance de l'écologie des luzernes annuelles.

Accepté pour publication le 5 décembre 1987

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDELGUERFI A. (1978) : *Contribution à l'étude écologique des luzernes annuelles en Algérie*, thèse Magister I.N.A., Alger, 1-105.
- ADEM L. (1974) : *Étude du comportement des Medicago annuelles (écotypes locaux et populations étrangères) dans les régions de Setif, Medea, Tiaret et Alger*, thèse Ingénieur I.N.A., Alger, 1-99.
- ADEM L. (1977) : *Studies on the ecology and agronomy of annual Medicago species*, M. Agr. Sc. thesis, Univ. of Adelaide, 1.
- ALVAREZ M.A., MOREY M. (1977) : « Ecología de leguminosas pratenses en relación con el pH del suelo en la cuenca del Narcea (Asturias) » *Revista Pastos*, 2 (7), 181-192.

- ANDREW W.D., HELY F.W. (1960) : « Frequency of annual species of *Medicago* on the major soil groups of the Macquarie region of New South Wales », *Aust. J. Agric. Res.*, 2 (5), 705-714.
- BENZECRI J.-P. (1969) : *L'analyse des données : l'analyse factorielle des correspondances*, Ed. DUNOD 2, 1-619.
- BRIANE J.P., LAZARE J.J., ROUX G., SASTRE C. (1974) : « L'analyse factorielle des correspondances et l'arbre de longueur minimum, exemple d'application » ; *ADAN SONIA, ser. Z*, 14 (1), 111-137.
- BRUN A., WACQUANT J.-P. (1981) : « Effet du chlorure de sodium sur la croissance et la teneur en sodium et potassium de quatre espèces de luzernes annuelles provenant d'un même biotope d'Algérie », *C.R. Acad. Sc. Paris*, 239 (3), 769-772.
- CARTER E.-D. (1975) : « The potential for increasing cereal and livestock production in Algeria ». C.I.M.M.Y.T., 1-53.
- CHAPOT J.-Y., CHESSEL D., CONESA A.-P., de CHAMBRUN G., HADJ-MILOUD D., LEPART J., PILAS J.-M. (1974) : *Premiers résultats d'un inventaire des espèces végétales susceptibles d'être introduites dans les soles fourragères. Étude écologique. Essais de comportement. Sélection*, I.N.A./I.G.C., Alger, 1-94.
- CHAPOT J.-Y., CHAPUIS J., CONESA A.-P., HADJ-MILOUD D., PILAS J.M. et VAN KAESTER W. (1975) : *Étude comparative du comportement de populations spontanées et de cultivars étrangers de luzernes annuelles, fétuque élevée, luzerne pérenne, sulla, phalaris, en vue de leur introduction sur les Hauts Plateaux et dans les plaines intérieures*, I.N.A./I.G.C., 1-110.
- CONESA A.P., MAGINIEAU C., HADJ-MILOUD D. (1972) : *A study of the salinization of the soil through the mean of the survey method in the irrigated area of the upper Cheliff*, Symposium of the subcommission on salt affected soils. I.S.S.S., Le Caire.
- CRAWFORD E.J. (1981) : « Development of Gama medic (*Medicago rugosa*) as an annual leguminous species for dryland farming systems in Southern Australia », *Proc. 19 Int. Grassland Congress*, Lexington, 224-226.
- EMBERGER L., GUINOCHET M. (1953) : *Carte des groupements végétaux de l'Algérie. Plaines sublittorales de l'Oranie orientale*. 1/20.000^e.
- ESSAFI A. (1964) : « Quelques réflexions sur l'évolution de la fertilité des terres en zones semi-arides. Importance de l'assolement », *C.R. Acad. Agric. Fr.*, 50 (1), 77-83.
- GACHET J.-P., ELMIR A. (1972) : « Étude monographique des *Medicago* annuelles », *I.N.R.A.T.*, 45 (1), 1-45.
- GAUSSEN M., BAGNOULS F. (1947) : *Carte des précipitations (6 feuilles) : moyenne annuelle ramenée à la période 1913-1947*, Gouvernement Général d'Algérie.
- GINTZBURGER G., BLESING L. (1979) : « Genetic conservation in Libya : Indigenous forage legumes collection in Northern Libya. Distribution and Ecology of *Medicago* Sp. » part III, *FAO-ARC TFUB*, 6-235/79.
- GINTZBURGER G. (1984) : « Annual *Medicago* Sp. for the Mediterranean semi arid and arid rangelands », *Proc. 2nd Inter. Rangeland Congress*, Adelaïde.
- GREENWAY H., ANDREW W.D. (1962) : « A screening technique to predict field behaviour of Medics on saline soils ». *Aust. J. Exp. Agric. An. Husb.*, (2), 234-235.
- GUINOCHET M. (1973) : *Phyto-sociologie*, Ed. Masson, Paris, 1-227.

- HENTGEN A. (1970) : « Notes sur l'Australie et la production fourragère dans les zones tempérées », *Fourrages*, 44, 55-76.
- HEYN C-C. (1963) : « The annual species of *Medicago* », *Scripta Hierosolymitana*, 12, 154 pages.
- JAHANDIEZ E., MAIRE R. (1932) : *Catalogue des plantes du Maroc (Spermaphytes et Ptéridophytes), Dicotyledones et Archichlamydes*, 2, Imp. Minerva.
- LAUMONT P., DUCELLIER L. (1936) : « La luzerne et sa culture en Algérie », *Doc. Rens. Agric. Bull.*, n° 4, p. 54.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE (1981) : *Statistiques agricoles du Ministère de l'Agriculture et de la Révolution Agraire*, Série B, Alger.
- NEGRE R. (1956) : « Les luzernes du Maroc, » *Travaux Inst. Sc. Cher., Serv. Bot* (116).
- NEGRE R. (1959) : « Révision des *Medicago* d'Afrique du Nord », *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, (5), 267-314.
- PERRIER A. (1970) : « Bilan hydrique de l'assolement blé-jachère et évaporation d'un sol en région semi-aride » ; *Colloque sur la réponse des plantes aux facteurs climatiques*, UNESCO, UPPSALA, Suède. 44/15.
- PUCKRIDGE D-W., FRENCH R-J. (1983) : « The annual legume pasture in cereal ley farming systems of Southern Australia », *Rev. Agric. Ecosystems and Environment*, (9), 229-267.
- QUINLIVAN B-J. (1971) : « The ecological signifiante of seed impermeability in the annual legume pastures of Southern Australia », *Dep. Agric. W. Aust., Tech. Bulletin* n° 11, 1-9.
- Rapport I.D. G.C. (1980) : « Synthèse de la recherche et de l'exploitation du *Medicago* 1972/79 », *Céréaliculture*, 13, 18-26, IDGC, Alger.
- SILSBURY J.H., ADEM L., BAGHURST P., CARTER E.D. (1979) : « A quantitative examination of the growth of swards of *Medicago truncatula* cv Jemalong », *Aust. J. Agric. Res.*, (30), 53-63.
- SKOURI M. (1971) : « L'élevage et les possibilités d'accroissement des ressources en protéines dans la zone méditerranéenne », *Opt. Medit.*, (7), 58-62.