

Répartition des espèces spontanées du genre *Hedysarum* selon certains facteurs du milieu en Algérie

R. Abdelguerfi-Berrekia¹, A. Abdelguerfi¹,
N. Bounaga², G.G. Guittonneau³

Les légumineuses fourragères, dont fait partie le genre *Hedysarum* (sullas ou sainfoins d'Espagne), présentent de nombreux avantages qui rendent leur utilisation justifiée dans l'amélioration des parcours et des productions fourragères. Ces espèces sont particulièrement indiquées en Algérie où le déficit fourrager est important, les risques d'érosion des sols considérables, et où la pauvreté de ces derniers en matière organique est grande.

Dans ce contexte, le genre *Hedysarum* (qui comprend des espèces annuelles et pérennes) est appelé à jouer un rôle fondamental dans la production fourragère et pastorale, et dans d'autres domaines comme l'apiculture, la protection des sols contre l'érosion, la mise en valeur des terres (ABDELGUERFI-BERREKIA et ABDELGUERFI, 1986 ; ABDELGUERFI et ABDELGUERFI-BERREKIA, 1987).

MOTS CLÉS

Algérie, climat méditerranéen, facteur milieu, interaction génotype × milieu, légumineuse, population naturelle, répartition des espèces, *Hedysarum* L.

KEY-WORDS

Algeria, environmental factor, genotype × environment interaction, legumes, Mediterranean climate, natural population, *Hedysarum* L., species distribution.

AUTEURS

- 1 : Département de Phytotechnie, Institut National Agronomique El-Harrach, Alger (Algérie).
- 2 : Unité de Recherches sur les Zones Arides, Alger (Algérie).
- 3 : Laboratoire d'écologie végétale, Université d'Orléans (France).

CORRESPONDANCE

A. ABDELGUERFI, Département de Phytotechnie, I.N.A. El-Harrach, 16200 Alger (Algérie).

Dans le souci de valoriser les ressources végétales naturelles d'intérêt fourrager et pastoral en Algérie, et comme cela a été fait pour le genre *Medicago* (ADEM, 1974 ; ABDELGUERFI, 1976 et 1978 ; ABDELGUERFI et al., 1988a et 1988b ; ABDELGUERFI et GUITTONNEAU, 1989), le genre *Scorpiurus* (BENSALEM, 1982 ; BENSALEM et al., 1989 et 1990) et le genre *Trifolium* (ZATOUT, 1987 ; ZATOUT et al., 1989), nous avons étudié la répartition des espèces du genre *Hedysarum* en fonction des facteurs du milieu.

Matériel et méthodes

Une prospection réalisée par deux d'entre nous (ABDELGUERFI et ABDELGUERFI-BERREKIA), couvrant tout le pays et conduite selon une technique semblable à celle pratiquée par nos prédécesseurs sur le genre *Medicago*, a permis à travers 135 relevés de noter la présence ou l'absence des espèces et de récolter le matériel végétal pour des études ultérieures.

Pour chaque relevé, nous avons noté :

- la présence des espèces ;
- l'altitude ;
- la pluviométrie moyenne sur 25 ans (GAUSSEN et BAGNOULS, 1947) ;
- 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) sur lequel les analyses suivantes ont été effectuées : granulométrie, pH (extrait aqueux 1/5), conductivité (extrait aqueux 1/5), calcaire total, teneur en phosphore assimilable (méthode JORET-HEBERT) et en potassium, magnésium et sodium échangeable (méthode METSON), teneur en carbone (méthode ANNE) ;

- des gousses ont également été récoltées.

Traitement statistique des données

Les données ont fait l'objet d'analyses complémentaires :

— l'analyse factorielle des correspondances (AFC) dont les bornes des classes figurent au tableau 1 ;

— les profils écologiques (bornes des classes au tableau 2) complétés par des tests de χ^2 . Dans le texte, les seuils de signification sont ainsi précisés : NS, non significatif ; * : significatif à 5 %, $\chi^2 = 3,84$; ** : hautement significatif, à 1 %, $\chi^2 = 6,63$; *** : très hautement significatif, à 0,1 %, $\chi^2 = 10,8$.

Répartition des sillas (Hedysarum L.) en Algérie

Variables	Code	Limites supérieures
Pluviométrie (mm)	PL1 à PL6	360 ; 550 ; 650 ; 750 ; 850 ; 1 350
Altitude (m)	AL1 à AL6	50 ; 130 ; 225 ; 460 ; 710 ; 1 350
Pente (%)	PE1 à PE6	5 ; 10 ; 15 ; 25 ; 30 ; >30
Exposition	EX1 à EX9	N ; NE ; E ; SE ; S ; SO ; O ; NO ; terrain plat
Cailloux (%)	CL1 à CL6	5 ; 10 ; 20 ; 30 ; 40 ; >40
Matière organique (%)	MO1 à MO6	1,0 ; 1,9 ; 2,5 ; 3,1 ; 4,0 ; 6,8
Calcaire total (%)	CT1 à CT6	7 ; 16 ; 21 ; 26 ; 37 ; 76
pH	PH1 à PH6	7,7 ; 7,9 ; 8,0 ; 8,1 ; 8,2 ; 9,1
Conductivité (mmhos/cm)	CO1 à CO6	0,07 ; 0,08 ; 0,1 ; 0,14 ; 0,53 ; 7,11
Phosphore (ppm)	P 1 à P 6	13 ; 32 ; 58 ; 150 ; 258 ; 910
Potassium (ppm)	K 1 à K 6	76 ; 112 ; 152 ; 200 ; 280 ; 432
Sodium (ppm)	NA1 à NA6	2 ; 48 ; 60 ; 84 ; 240 ; 7 600
Calcium (ppm)	CA1 à CA6	3 998 ; 4 096 ; 4 518 ; 4 879 ; 5 542 ; 7 952
Magnésium (ppm)	MG1 à MG6	338 ; 449 ; 537 ; 706 ; 902 ; 1 885
Argile (%)	AG1 à AG6	14 ; 23 ; 30 ; 38 ; 48 ; 55
Limons fins (%)	LF1 à LF6	15 ; 22 ; 26 ; 30 ; 38 ; 50
Limons grossiers (%)	LG1 à LG6	10 ; 12 ; 14 ; 17 ; 21 ; 42
Limons totaux (%)	SL1 à SL6	29 ; 36 ; 42 ; 48 ; 55 ; 74
Sables (%)	SA1 à SA6	7 ; 13 ; 22 ; 33 ; 47 ; 91
Limons/argile	LA1 à LA6	0,8 ; 1,1 ; 1,4 ; 1,9 ; 2,6 ; 5,2
Texture*	TE1 à TE16	argile ; argile sableuse ; argilo-sableuse ; sable argileux ; sableuse ; sable ; argile limono-sableuse ; limon argilo-sableux ; limon sablo-argileux ; sable argilo-limoneux ; limon sableux ; sable limoneux ; argileuse ; argile limoneuse ; limon argileux ; limoneuse

* sous-classes définies par le Groupe d'Etude des Problèmes de Pédologie Appliquée (HENIN, 1976)

TABLEAU 1 : Limites supérieures des classes des variables utilisées dans le traitement par l'analyse factorielle des correspondances.

TABLE 1 : Upper limits of classes of factors used for the factorial analysis of correspondances.

Variables	Classes	Limites supérieures
Pluviométrie (mm)	1 à 6	360 ; 550 ; 650 ; 750 ; 850 ; 1 350
Altitude (m)	1 à 6	50 ; 130 ; 225 ; 460 ; 710 ; 1 330
Calcaire total (%)	1 à 5	2 ; 10 ; 25 ; 55 ; 76
Conductivité (mmhos/cm)	1 à 5	0,1 ; 0,2 ; 0,5 ; 1,0 ; 7,11
Texture (classes)	1 à 5	très fine, fine, moyenne, grossière, très grossière

TABLEAU 2 : Limites supérieures des classes des variables utilisées dans l'établissement des profils écologiques.

TABLE 2 : Upper limits of classes of factors used for charting ecological profiles.

L'AFC permet d'offrir un éclairage original à l'étude de la liaison entre ensembles. A partir d'un tableau de contingence classique ou d'un tableau de valeurs 0

et 1 où les lignes correspondent à des individus d'un ensemble I et les colonnes à des variables continues d'un ensemble J (BENZECRI, 1973), l'AFC permet d'établir un diagramme de dispersion dans lequel apparaissent à la fois les individus observés et les variables considérées (DAGNELIE, 1975). L'objectif est la mise en évidence des proximités naturelles existant entre les éléments des deux ensembles. L'intérêt de l'AFC en agronomie, phytosociologie et écologie a été démontré depuis assez longtemps. Elle a été utilisée dans l'étude de la répartition en Algérie des espèces de *Medicago* (ABDELGUERFI et al., 1988a et 1988b) et de *Scorpiurus* (BENSALEM et al., 1988 et 1990).

Comme l'AFC ne permet pas d'établir des frontières strictes (TOMASSONNE, 1976), nous avons complété nos traitements des données par le test d'ajustement de χ^2 de PEARSON. Le χ^2 mesure l'écart entre la réalité observée et la théorie. Il permet d'affirmer si la répartition d'une espèce donnée en fonction des classes d'une variable du milieu est le fait du hasard pur ou, au contraire, s'il existe une certaine tendance dans la répartition de l'espèce. Dans ce dernier cas, les valeurs du χ^2 sont alors assez grandes.

Résultats

En Algérie, le genre *Hedysarum* comprend 10 espèces annuelles ou pérennes ; certaines sont endémiques (*H. naudinianum* et *H. perrauderianum*) et parfois très localisées (*H. perrauderianum*).

• Résultats de la prospection

Sur les 135 relevés effectués, 9 espèces ont été récoltées (tableau 3). *H. naudinianum* et particulièrement *H. perrauderianum* n'apparaissent que rarement, ce qui est en accord avec QUEZEL et SANTA (1962) qui considèrent ces deux espèces comme très rares en Algérie. Ces auteurs indiquent la même rareté pour *H. humile*, espèce que nous n'avons pas rencontrée au cours de notre prospection et qui se limiterait à la région méditerranéenne occidentale. *H. carnosum* et *H. pallidum*, bien qu'endémiques d'Afrique du Nord, n'ont pas été rencontrées très souvent (tableau 3).

H. aculeolatum présente une répartition algéro-marocaine et *H. flexuosum* se caractérise par une répartition libéro-nord-africaine. *H. coronarium*, *H. spinosissimum* et *H. glomeratum* se développent dans une grande partie du bassin méditerranéen. Dans certaines flores (QUEZEL et SANTA, 1962 ; GUINOCHET et VILMORIN, 1984), la dernière espèce citée est identifiée comme une sous-espèce (*H. spinosissimum* subsp. *capitatum*), mais dans notre cas nous suivons le point de vue de CHRTKOVA-ZERTOVA (TUTIN et al., 1968) qui la considère comme une bonne espèce.

Répartition des sullas (Hedysarum L.) en Algérie

Espèces	Présence (sur 135)	Code	Espèce associée à : (nombre de fois)
<i>H. flexuosum</i> L.	51	FL	<i>H. glomeratum</i> (5)
<i>H. glomeratum</i> F.G. Diert	28	GL	<i>H. flexuosum</i> (5) <i>H. pallidum</i> (5) <i>H. naudinianum</i> (2) <i>H. aculeolatum</i> (1) <i>H. coronarium</i> (1) <i>H. spinosissimum</i> (1)
<i>H. coronarium</i> L.	21	CN	<i>H. glomeratum</i> (1)
<i>H. pallidum</i> Desf.	17	PA	<i>H. glomeratum</i> (5) <i>H. aculeolatum</i> (1) <i>H. perrauderianum</i> (1) <i>H. spinosissimum</i> (1)
<i>H. aculeolatum</i> Munby	11	AC	<i>H. glomeratum</i> (1) <i>H. pallidum</i> (1)
<i>H. carnosum</i> Desf.	11	CR	<i>H. spinosissimum</i> (1)
<i>H. spinosissimum</i> L.	9	SP	<i>H. carnosum</i> (1) <i>H. glomeratum</i> (1) <i>H. pallidum</i> (1)
<i>H. naudinianum</i> Coss.	4	ND	<i>H. glomeratum</i> (2)
<i>H. perrauderianum</i> Coss.	1	PR	<i>H. pallidum</i> (1)

TABLEAU 3 : Présence des espèces de *Hedysarum* rencontrées sur les 135 relevés.

TABLE 3 : Presence of the *Hedysarum* species found on the 135 collection sites.

Les espèces poussent rarement ensemble sur un même site. Nous avons cependant enregistré quelques exceptions ; *H. glomeratum*, rencontrée sur 28 relevés, est associée dans près de 50% des cas avec *H. flexuosum*, *H. pallidum*, *H. naudinianum*, *H. coronarium* ou *H. spinosissimum* (tableau 3). Ces informations ne sont qu'indicatives ; en effet, lors d'une prospection complémentaire (ABDELGUERFI A. et R.), *H. flexuosum* a été rencontrée en mélange avec *H. coronarium*.

Une première analyse des résultats (tableau 4) indique que *H. carnosum* est une espèce de régions difficiles ; nous l'avons rencontrée surtout au sud du pays. *H. spinosissimum* se développe relativement plus au nord, mais toujours dans des régions sèches. A l'ouest, nous trouvons *H. aculeolatum*, dans les étages subhumides et semi-arides chauds. *H. coronarium* semble se limiter à l'est du pays et croît essentiellement dans des régions bien arrosées (tableau 4). En Tunisie, THIAULT (1961) constate que,

contrairement à la fétuque qui est extrêmement plastique, le *Phalaris truncata* et l'*H. coronarium*, intéressantes dans leur milieu naturel, ne présentent plus beaucoup d'intérêt hors de ce milieu. Le *Phalaris* est vraisemblablement beaucoup plus lié à des facteurs pédologiques que climatiques. L'*H. coronarium* paraît étroitement localisé par ces deux facteurs à la fois (plante de sols limono-argileux sains sous climat méditerranéen très humide doux ; THIAULT, 1961). *H. flexuosum* est une espèce du centre-nord de l'Algérie et se développe dans les étages humide et subhumide. Il semble donc que chaque grande région géographique soit caractérisée par une espèce d'*Hedysarum* particulière. Deux espèces semblent faire exception : *H. glomeratum* et *H. pallidum*, qui présentent une répartition bien plus large (est, ouest, centre).

Espèces	Sous-étages bioclimatiques
<i>H. carnosum</i>	Saharien ; Aride : frais, doux
<i>H. spinosissimum</i>	Aride : frais, doux ; Semi-aride : frais, chaud
<i>H. aculeolatum</i>	Semi-aride : chaud ; Subhumide : chaud
<i>H. coronarium</i>	Subhumide : froid, doux, chaud ; Humide : chaud
<i>H. flexuosum</i>	Subhumide : frais, doux, chaud ; Humide : doux
<i>H. glomeratum</i>	Aride : frais, doux ; Semi-aride : froid, frais, chaud ; Subhumide : frais, doux, chaud
<i>H. pallidum</i>	Semi-aride : froid, frais, doux, chaud ; Subhumide : froid, frais

TABLEAU 4 : Répartition des espèces de *Hedysarum* en fonction des sous-étages bioclimatiques.

TABLE 4 : Distribution of *Hedysarum* species according to bioclimatical sub-stages.

• Résultats de l'analyse factorielle des correspondances

L'analyse factorielle des correspondances permet d'avoir une vue synthétique de la répartition des espèces en fonction des facteurs du milieu. Deux traitements ont été effectués, le premier portant sur la présence/absence des espèces d'*Hedysarum* et le second réalisé après élimination des classes de texture et de l'espèce *H. perrauderianum*. Cette dernière espèce a été supprimée car elle ne figure que sur un seul relevé ; les classes de texture, quant à elles, ont été éliminées pour éviter la pré-

sence de classes de variables à effectifs très déséquilibrés et du fait que les variables granulométriques sont plus explicites.

— Premier traitement

Sur la figure 1a, nous avons présenté les plans formés par les axes factoriels 1 et 2 et 1 et 3 qui permettent d'expliquer 51,3% de l'inertie totale du nuage de points. Dans le plan formé par les axes 1 et 2, *H. carnosum* apparaît sous les faibles pluviométries, sur les sols très salés, riches en calcaire total, et sur les terrains plats

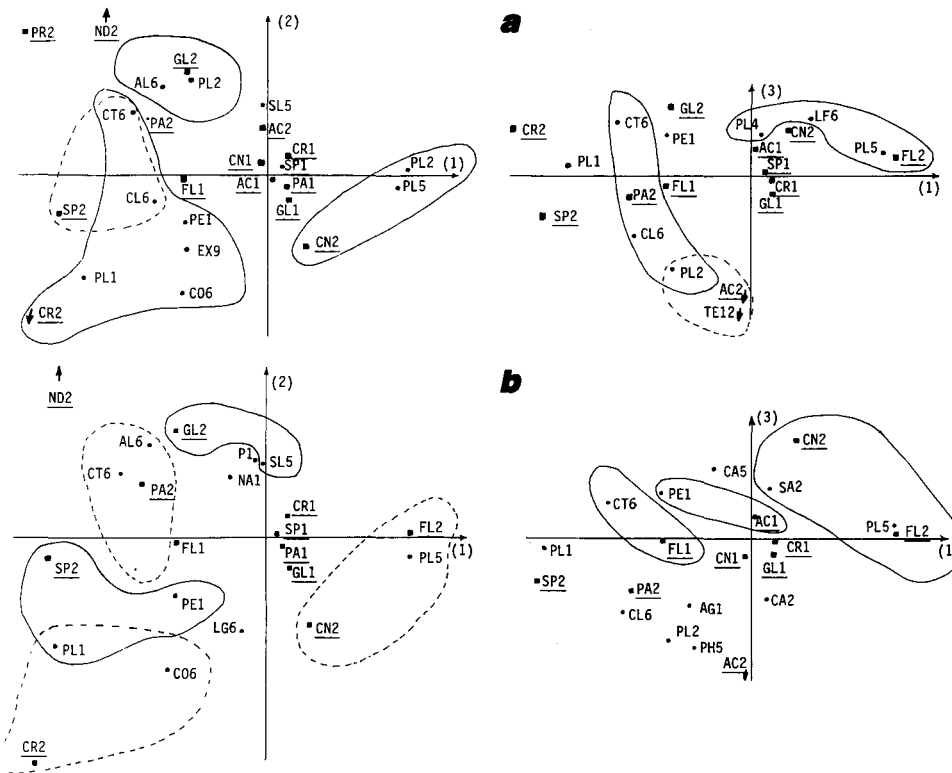


FIGURE 1 : Premier (a) et deuxième (b) traitements de l'analyse factorielle des correspondances : relation entre la présence des espèces de *Hedysarum* et les facteurs du milieu (plans 1-2 et 1-3). Le chiffre qui accompagne l'abréviation de l'espèce (voir tableau 3) indique : 1 : absent, 2 : présent ; pour les classes de variables voir le tableau 1.

FIGURE 1 : First (a) and second (b) treatments of factorial analysis of correspondences : relationship between presence of *Hedysarum* species and environmental factors (plans 1-2 and 1-3). Number after abbreviated species name (see table 3) means : 1 : absent, 2 : present ; for classes factors see table 1.

et caillouteux. *H. spinosissimum* se rencontre surtout sur les sols caillouteux et bien pourvus en calcaire total. *H. glomeratum* est une espèce présente dans les zones d'altitude assez importante et moyennement arrosées. Dans ce plan, l'unique variable déterminant la présence d'*H. flexuosum* et d'*H. coronarium* est la pluviométrie ; ceci nous amène à conclure que ces deux espèces préfèrent les régions arrosées.

Le plan factoriel formé par les axes 1 et 3 (figure 1a) nous permet de confirmer qu'*H. flexuosum* est une espèce de pluviométrie élevée ; elle pousse à des altitudes moyennes, sur des sols riches en limons. *H. pallidum* est une espèce présente sur les sols caillouteux, bien pourvus en calcaire total, et sous des pluviométries moyennes. *H. aculeolatum* semble fortement influencée par la pluviométrie : sa présence ne se manifeste que dans les zones moyennement arrosées (entre 440 et 550 mm).

Le plan factoriel formé par les axes 2 et 3 indique qu'*H. coronarium* et *H. glomeratum* se rencontrent sur les sols riches en limons fins.

— Deuxième traitement

Les trois premiers axes apportent 55,0% de l'information totale. Le premier plan factoriel (axes 1 et 2) confirme la présence d'*Hedysarum pallidum* aux altitudes assez importantes (supérieures à 750 m, figure 1b). *H. glomeratum* se rencontre sur des sols riches en limons totaux. *H. spinosissimum* se développe sur terrains plats et sous de faibles pluviométries.

Dans le second plan factoriel (axes 1 et 3, figure 1b), il apparaît qu'*H. coronarium* et *H. flexuosum* se rencontrent dans des régions bien arrosées et sur des sols pauvres en sables. *H. aculeolatum* ne semble pas se développer sur les terrains plats et *H. flexuosum* est une espèce absente des sols très riches en calcaire total.

Les seules informations obtenues dans le troisième plan factoriel se rapportent à *H. glomeratum*, cette espèce ne se développant pas sur les sols très pauvres en argile.

Discussion

De cette première étude, il ressort, pour les espèces présentes sur plus de 8 relevés, que les données essentielles régissant la répartition du matériel végétal sont l'altitude et surtout la pluviométrie.

• *H. carnosum*

H. carnosum se rencontre essentiellement dans les régions peu arrosées et de moyenne altitude (tableau 5).

Répartition des sullas (Hedysarum L.) en Algérie

Espèces	Pluviométrie	Altitude	Cailloux	pH	Calcaire total	Conductivité	Texture
<i>H. aculeolatum</i>	moyenne	faible	v	b	faible à moyen	v	grossière
<i>H. carnosum</i>	faible	moyenne	élevé	v	élevé	moyenne à élevée	v
<i>H. coronarium</i>	moyenne à élevée	v	v	v	faible	faible à moyenne	très fine à moyenne
<i>H. flexuosum</i>	moyenne à élevée	faible à moyenne	faible	v	v	v	très fine à fine
<i>H. glomeratum</i>	moyenne	moyenne à élevée	v	b	moyen	v	v
<i>H. naudinianum</i>	moyenne	moyenne à élevée	v	b	élevé	faible	moyenne à fine
<i>H. pallidum</i>	faible à moyenne	v	élevé	v	élevé	faible à moyenne	v
<i>H. spinosissimum</i>	faible à moyenne	faible	élevé	b	v	v	grossière

v : variable ; b : légèrement basique

TABLEAU 5 : Adaptation à quelques facteurs du milieu des espèces de *Hedysarum* rencontrées en Algérie.

TABLE 5 : *Adaptation of Hedysarum sp. found in Algeria to some selected factors.*

BATTANDIER et TRABUT (1890) la signalent dans les régions d'El Kantara et Biskra. QUEZEL et SANTA (1962) décrivent cette espèce rare dans les pâturages arides à l'est de Touggourt ; OZENDA (1977) la mentionne dans les zones prédésertiques du constantinois, au pied de l'Aurès. Nous avons rencontré *H. carnosum* sur terrains plats et généralement très caillouteux, de texture le plus souvent très grossière ; cette espèce se développe assez fréquemment sur des sols battants à teneur en matière organique souvent faible, à conductivité moyenne à très élevée ; c'est une espèce de sols bien pourvus en calcaire total, en magnésium et en phosphore.

Au Maroc, JAHANDIEZ et MAIRE (1932) signalent cette espèce au niveau des Monts de Figuig ; ils l'indiquent dans les pâturages arides surtout dans les terrains argileux et les sables des rivières. En Tunisie, *H. carnosum* pousse dans les pâturages, sur les pentes herbeuses, les alluvions des oueds, les terrains gypseux et salés (BONNET et BARRATTE, 1896), dans l'étage semi-aride, sur les sols argileux et salés en association avec les groupes écologiques halophytes (NOVIKOFF, 1971). POTTIER-ALAPETITE (1979) signale cette espèce sur le même type de sol en Tunisie centrale et en Tunisie du sud. Une étude phyto-écologique du bassin versant de l'Oued Zita (Sud tunisien) a fait ressortir que *Launaea nudicaulis*, *Calendula aegyptiaca*, *Vicia monantha* ssp. *cinerea* et *H. carnosum* forment un groupe écologique des sols à texture moyenne et n'apparaissant que lors des années pluvieuses ; ce groupe écologique appartient à la sous-association à *Moricandia arvensis* ssp. *suffruticosa* qui se localise sur les sols gypseux encroûtés à placage limoneux.

• *H. spinosissimum*

H. spinosissimum semble plus fréquent avec des altitudes élevées et des pluviométries faibles à moyennes (tableau 5).

En Algérie, cette espèce rare se rencontre à Oran, Bou-Sâada (BATTANDIER et TRABUT, 1890), sur la steppe, sur les Hauts Plateaux, dans le Sahara septentrional (QUEZEL et SANTA, 1962) et, d'une façon générale, dans les régions prédésertiques (OZENDA, 1977). Elle pousse abondamment sous les débris d'alfa utilisés comme paillage dans le cas de la régénération des nappes alfatières (BOURAHLA et GUITTONNEAU, 1978). LAZARE et ROUX (1979), dans leur étude au sud-ouest de Bou-Sâada, ont mis en évidence une association à *Hypocrepis bicontorta* Loisel, et *H. spinosissimum* L. ; cette association constitue des pelouses assez souvent "steppisées" par *Thymelea microphylla* Coss. et Dur. ; ces pelouses très ouvertes se développent sur des sols sableux non salés des parties convexes peu pentues, exposées au sud, des piémonts des djebels (LAZARE et ROUX, 1979). POUGET (1980) la mentionne dans les milieux steppiques Sud-Algérois. Nous avons trouvé *H. spinosissimum* sur des terrains de faible pente le plus fréquemment ; cette espèce pousse sur des sols de texture fine à moyenne mais le plus souvent très grossière (sols sableux).

Au Maroc, elle pousse dans les pâturages des terrains argileux et les alluvions des rivières (JAHANDIEZ et MAIRE, 1932 ; FOURY, 1954) : dans le Maroc oriental steppique, dans le Rif oriental et occidental et dans le secteur oranais littoral. En Tunisie, *H. spinosissimum* se développe dans les champs incultes, les pâturages secs, les pentes de montagnes, sur sables ou alluvions des oueds (BONNET et BARRATTE, 1896) ; on la rencontre, entre autre, à Sfax, Gabès ; elle semble commune principalement dans le sud. Selon GUINOCHET (1950), elle appartient à l'association des pelouses sablonneuses et argilo-sablonneuses de la Tunisie méridionale ; elle est considérée comme compagne de groupements de steppes. En Libye, JAFRI et EL GADI (1980) l'indiquent comme espèce côtière dans les habitats calcaires ; ils la signalent à l'Est de Tripoli en allant vers Khoms. En Turquie, DAVIS (1969) affirme qu'*H. spinosissimum* pousse sur les pentes caillouteuses du bord de mer à une altitude comprise entre 0 et 100 m. BAYER et al. (1990), dans leur guide de la flore méditerranéenne, mentionnent *H. spinosissimum*, sainfoin épineux, sur garrigues, sols pierreux et sableux de toute la région méditerranéenne.

• *H. glomeratum*

H. glomeratum ne semble pas se développer sous les très faibles pluviométries, cependant cette espèce est plus fréquente sous les pluviométries inférieures à 650 mm ($\chi^2 = 8,05^{**}$) mais nous ne l'avons jamais rencontrée à moins de 350 mm ; elle pousse surtout à des altitudes moyennes, voire élevées. Cette espèce est signalée dans les

broussailles et les pelouses (BATTANDIER et TRABUT, 1890) et serait commune dans les lieux secs et arides (JULIEN, 1894). *H. glomeratum*, espèce gazonnante, rend quelques services dans les pâturages établis en terrains arides, rocailleux ou gypseux (JULIEN, 1894). Selon QUEZEL et SANTA (1962), cette espèce serait très commune dans le Tell, mais très rare ailleurs. Lors de notre prospection, il nous a été donné de constater qu'*H. glomeratum* présente une large répartition et se rencontre aussi bien à Blida, Berrouaghia, Cap Ivi, Oran, Saida qu'à El Aouinet ou Sétif. Nous avons trouvé *H. glomeratum* sur des sols assez variés (texture, pente, cailloux).

Au Maroc, JAHANDIEZ et MAIRE (1932) signalent cette espèce au Rif oriental et occidental, au Maroc central, méridional et oriental steppique ainsi que dans le secteur oranais montagnard. En Tunisie, BONNET et BARRATTE (1896) l'indiquent dans les broussailles, les lieux herbeux, les pentes des collines, les bois de pin d'Alep ; cette espèce serait commune dans le nord et dans le centre de la Tunisie (BONNET et BARRATTE, 1896 ; POTTIER-ALAPETITE, 1979). A Malte, *H. glomeratum* serait rare (LANFRANCO, 1955). En France, COSTE (1983) l'indique dans les garrigues et les lieux arides du Midi : Provence, Languedoc, Roussillon, Corse. CASTAGNE (1862) signale *H. glomeratum* à Marseille sur sables de Montedon, les champs sablonneux entre Chateaufort et le Mède. Elle serait rarissime dans le Sud-Est selon FOURNIER (1961). ARDOINO (1978) la signale dans les régions littorales des Alpes Maritimes ; elle serait rare dans la vallée de Gorbio près de Menton et à Nice. Enfin, POLUNIN et HUXLEY (1967) l'indiquent de l'Espagne à la Grèce dans les lieux buissonneux secs et sur les collines argileuses.

• *H. flexuosum* et *H. coronarium*

H. flexuosum et *H. coronarium* sont des espèces des régions biens arrosées (pluviométrie moyenne à forte) ; elles sont plus fréquentes sous les pluviométries supérieures à 650 mm (pour *H. flexuosum* : $\chi^2 = 45,72^{***}$; pour *H. coronarium* : $\chi^2 = 9,65^{**}$). Nous n'avons pas rencontré *H. coronarium* à moins de 450 mm et *H. flexuosum* à moins de 550 mm. *H. flexuosum* pousse à des altitudes moyennes à faibles (inférieures à 460 m : $\chi^2 = 19,37^{***}$), jamais au dessus de 600 m, tandis que *H. coronarium* se rencontre généralement à des altitudes variables (inférieures à 460 m : $\chi^2 = 0,01$, NS ; tableau 5).

H. flexuosum se rencontre dans les broussailles et les pâturages dans tout le Tell (BATTANDIER et TRABUT, 1890 ; QUEZEL et SANTA, 1962). Elle est particulièrement fréquente sur les sols marneux du Tell (BARBUT, 1954) et du littoral d'Alger (DUCÉLIER, 1933). Selon BATTANDIER et TRABUT (1890), elle assure un fourrage plantureux mais, semble-t-il, plaisant peu aux bestiaux. Nous avons rencontré *H. flexuosum* le plus souvent sur des sols de pente très prononcée, peu caillouteux, de texture très fine à fine, de pH compris entre 6,2 et 8,1, pauvres en potassium et en phosphore. Au Maroc, JAHANDIEZ et MAIRE (1932) l'indiquent sur les pâturages des terrains

argileux : Rif, Maroc central et occidental septentrional. En Tunisie, *H. flexuosum* est indiquée dans les lieux herbeux, les pentes des collines, les bois de pin (BONNET et BARRATTE, 1896). POTTIER-ALAPETITE (1979) la signale sur pâturages argileux ou sablonneux de la Kroumirie.

H. coronarium est une espèce très commune dans le Tell constantinois au niveau des cultures des coteaux et des vallées, dans les prairies, les pâturages argileux et les broussailles (JULIEN, 1894 ; QUEZEL et SANTA, 1962). Elle serait rarement spontanée à Alger (BATTANDIER et TRABUT, 1890). Selon JULIEN (1894), il y a lieu d'encourager la culture de cette plante qui serait d'un grand secours pour l'élevage algérien en raison de son rendement et de sa résistance à la sécheresse et à la chaleur. Nous avons trouvé *H. coronarium* sur des sols de texture fine à moyenne, à conductivité très faible à moyenne, généralement pauvres en potassium et en calcaire total.

Au Maroc, *H. coronarium* pousse dans les pâturages des terrains argileux dans le nord et l'ouest du Maroc (JAHANDIEZ et MAIRE, 1932), sur terrains fertiles (VILLAX, 1963) et sur sols calcaires (IONESCO et STEFANESCO, 1967). En Tunisie, cette espèce est disséminée dans le Nord et dans le Centre, dans les lieux incultes, les pâturages, les pentes herbeuses (BONNET et BARRATTE, 1896), sur sols limono-argileux sains sous climat méditerranéen très humide doux (THIAULT, 1961), sur les marnes assez bien drainées (CORRIOLS, 1965) ; elle serait indicatrice des sols argileux (GOUNOT, 1969) et pousse en Tunisie septentrionale sous des pluviométries de 350 à 1 000 mm/an (LE HOUEROU, 1965). POTTIER-ALAPETITE (1979) signale cette espèce sur les pâturages argileux de la Kroumirie, de la vallée de la Medjerdah, de la Dorsale tunisienne et de la Tunisie centrale et du nord-est. *H. coronarium* pousse spontanément sur des sols variés dont elle permet la protection contre l'érosion et l'enrichissement en azote assimilable (BAATOUT et al., 1976). A ce sujet, à la suite d'une expérimentation ininterrompue de 1957 à 1966, GRANIER et GRANIER (1966) ont mis en évidence en culture sèche le rôle important joué par cette espèce dans l'affouragement, la lutte contre l'érosion, l'enrichissement du sol en matière organique et en azote, et l'amélioration des propriétés physiques du sol. TRIFI-FARAH et al. (1989a et 1989b) indiquent que les plantes d'*H. coronarium*, qui poussent spontanément, sont exploitées par les agriculteurs aussi bien pour la pâture que pour la protection des sols, particulièrement sur les pentes marneuses sensibles à l'érosion. En France, FOURNIER (1961) signale *H. coronarium* dans la région de l'olivier. BAYER et al. (1990) indiquent *H. coronarium*, sainfoin d'Italie, sur les terres cultivées comme plante ornementale et à fourrage en région méditerranéenne occidentale et centrale.

• *H. aculeolatum*

H. aculeolatum a toujours été rencontrée à des pluviométries moyennes et à basse altitude (tableau 5). BATTANDIER et TRABUT (1890) la signalent entre Maghania et

Tlemcen ; cette espèce endémique de l'ouest algérien se rencontre assez communément dans les broussailles et les pâturages (QUEZEL et SANTA, 1962). Nous avons fréquemment trouvé *H. aculeolatum* sur des sols en pente, de texture moyenne et le plus souvent grossière. Au Maroc, IONESCO et STEFANESCO (1967) indiquent toutefois cette espèce dans la région de Tanger sur sols calcaires sablo-argileux à argileux, dans l'étage bioclimatique subhumide chaud.

• *H. pallidum*

H. pallidum paraît assez indifférente vis-à-vis de l'altitude (inférieure à 460 m, $\chi^2 = 3,67$, NS) mais tend à préférer les pluviométries moyennes. Endémique nord-africaine, cette espèce se rencontre dans l'oranie, le constantinois et dans les Aurès (QUEZEL et SANTA, 1962), dans les terrains gypseux du plateau de Ain El Bey et sur les pentes du Djebel d'Ain Smara (JULIEN, 1894). Cette espèce est également signalée dans la région de Tebessa (ABDELKRIM, 1984). Lors de notre prospection, nous avons pu constater que cette espèce se présentait dans différentes régions : près de Ain Tedeles, à Arzew, Oran, dans les Aurès et près d'El Aouinet. BATTANDIER et TRABUT (1890) signalent *H. pallidum* dans les terrains salés de toute l'Algérie. Nous avons souvent rencontré *H. pallidum* sur des sols de très faible à moyenne conductivité ; cette espèce pousse sur des terrains caillouteux, souvent calcaires, de texture très grossière.

Au Maroc, JAHANDIEZ et MAIRE (1932) indiquent cette espèce dans les forêts claires, les pâturages rocaillieux et argileux des basses montagnes. FOURY (1954) la considère comme supportant le mieux les sols salés, au Maroc. En Tunisie, BONNET et BARRATTE (1896) signalent *H. pallidum* sur les pentes boisées. POTTIER-ALAPETITE (1979) l'indique dans les pâturages rocaillieux des montagnes de la Dorsale tunisienne. Selon EL OUNI (1979), elle se localise dans le nord de la Tunisie, dans les régions montagneuses et boisées à base de pin d'Alep, dans les sols argilo-limoneux, riches en calcaire.

• *H. humile*

En Algérie, *H. humile* pousse dans les forêts, les broussailles et serait assez rare dans le Tell constantinois, l'Atlas Tellien, l'Oranie et les Hauts plateaux algérois et oranais (QUEZEL et SANTA, 1962). BATTANDIER et TRABUT (1890) mentionnent cette espèce à Djebel Amour et à Djelfa ; JULIEN (1894) la signale en quelques points du plateau d'Ain El Bey.

Au Maroc, *H. humile* pousse sur les coteaux arides, les broussailles de la plaine et des basses montagnes (FOURY, 1854) et parfois jusqu'à 1 700 m d'altitude (JAHANDIEZ et MAIRE, 1932). En Tunisie, POTTIER-ALAPETITE (1979) l'indique comme rare au niveau des broussailles et des pentes des montagnes de la Dorsale tunisienne. En

France, selon COSTE (1983), *H. humile* pousse sur les coteaux secs et arides du Midi : Var, Bouches-du-Rhône, Vaucluse, Gard, Hérault, Aude. CASTAGNE (1862) la signale à Aix et FOURNIER (1961) sur les pentes arides aux bords des bois, rare dans toute la région méditerranéenne.

• ***H. naudinianum***

H. naudinianum, endémique de l'Algérie, est une espèce pérenne assez rare ; elle se rencontre dans le Tell constantinois (Monts des Bibans) et dans l'algérois (littoral, Atlas Tellien : Zaccar, Oursenis, Boghar ; BATTANDIER et TRABUT, 1890 ; QUEZEL et SANTA, 1962). Nous avons trouvé *H. naudinianum* à Boghar, dans les Bibans, au nord de Sétif (Bougâa), près de Benchicao, toujours sous des forêts claires de pin d'Alep ; elle pousse, le plus souvent, sous des pluviométries comprises entre 360 mm et 550 mm, à plus de 700 m d'altitude, sur des sols fortement en pente, calcaires à très calcaires, de texture fine à moyenne.

• ***H. perrauderianum***

Enfin, *H. perrauderianum* existe, selon BATTANDIER et TRABUT (1890), à Batna et à Djebel Boutaleb (Sétif).

• **Profils écologiques**

Les profils écologiques établis pour les caractères déterminant la répartition des espèces (figure 2) permettent de visualiser les résultats obtenus. D'une façon générale, les espèces présentées se développent toutes sur des sols bien pourvus en magnésium, de teneurs en phosphore et en matière organique variables. Le pH neutre à basique évolue dans une gamme assez restreinte entre 7,3 et 8,9, tous relevés compris (sauf trois exceptions : 6,2 et 6,3 chez *H. flexuosum* ; 9,1 chez *H. glomeratum* ; tableau 5).

D'autres éléments semblent également influencer la répartition des espèces considérées. *H. flexuosum* est plus rare sur les sols ayant une teneur de plus de 25% de calcaire total ($\chi^2 = 12,33^{***}$) alors que *H. pallidum* ($\chi^2 = 6,79^{**}$) et *H. glomeratum* ($\chi^2 = 6,64^{**}$) ont un comportement inverse. Ainsi, *H. aculeolatum*, *H. flexuosum* et à moindre degré *H. coronarium* sont moins fréquentes lorsque la teneur des sols en calcaire total est très élevée (figure 2), contrairement à ce que l'on peut remarquer pour *H. carnosum*, *H. glomeratum* et *H. pallidum*. De même, *H. flexuosum* et *H. coronarium* se rencontrent moins souvent à mesure que la texture des sols devient plus grossière, à l'opposé de ce que l'on observe pour *H. spinosissimum*, *H. carnosum*, *H. aculeolatum* et, à un degré moindre, pour *H. pallidum* (figure 2). Enfin, *H. carnosum*, *H. spinosissimum* et moins intensément *H. pallidum* apparaissent plus fréquemment lorsque les sols sont plus salés (figure 2).

Répartition des sulas (*Hedysarum L.*) en Algérie

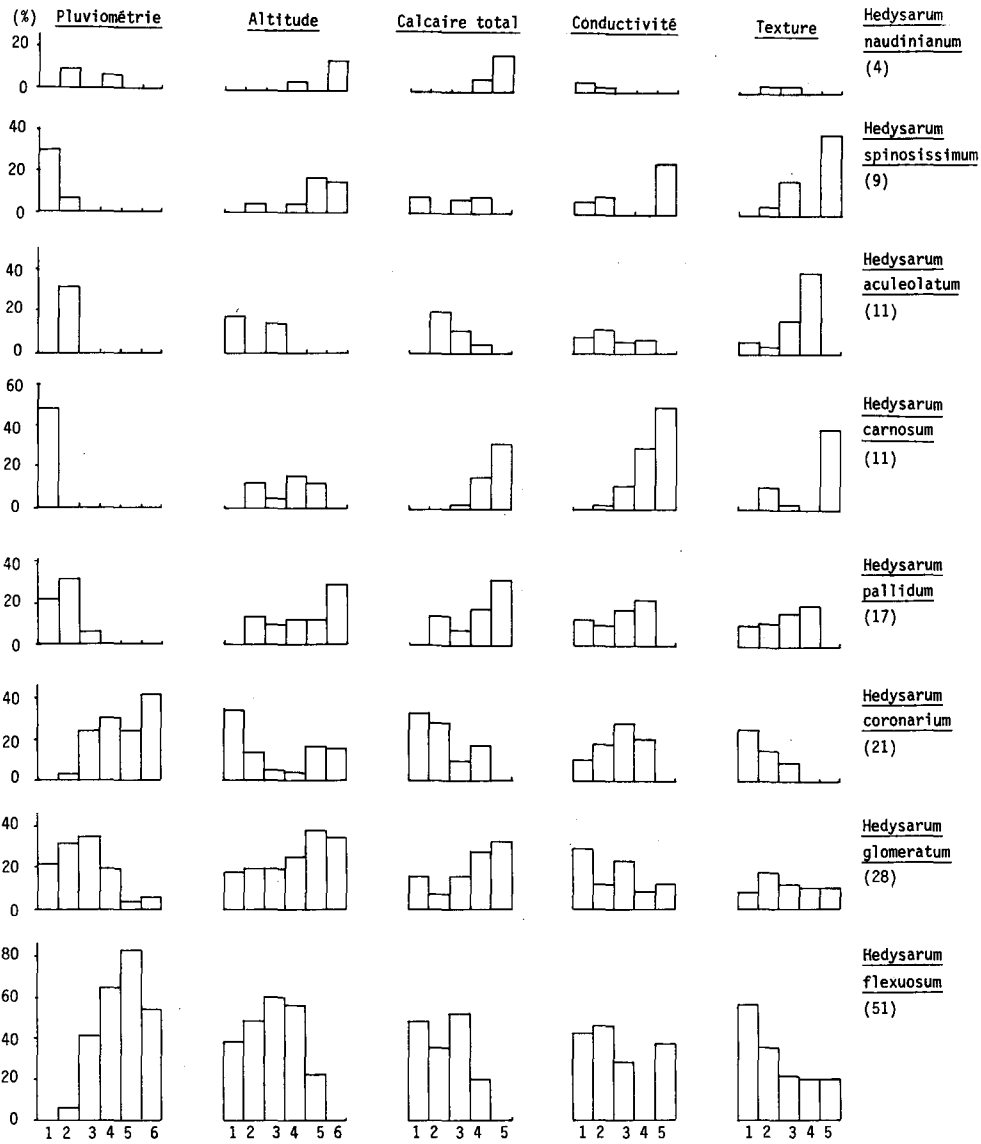


FIGURE 2 : Pour cinq variables du milieu, profils écologiques de 8 espèces de *Hedysarum* (fréquence relative de l'espèce dans les différentes classes d'une variable, en %). Pour les limites des classes voir tableau 2.

FIGURE 2 : Ecological profiles of 8 *Hedysarum* species for five environmental factors (relative frequency in %). For limits of classes see table 2.

Conclusion

Cette contribution a permis de montrer que certains *Hedysarum* comme *H. carnosum* et *H. spinosissimum* présentent des exigences assez voisines et sont les espèces des régions les moins pluvieuses. *H. carnosum* se distingue par sa grande tolérance aux sols salés et par ses aptitudes à se développer essentiellement dans le sud du pays. *H. glomeratum* et *H. pallidum* ont une écologie peu marquée : elles se rencontrent dans des milieux assez divers. *H. naudinianum*, *H. perrauderianum* et *H. humile* sont des espèces de sous-bois ; leur rôle est tout indiqué dans l'amélioration de la productivité pastorale dans ces milieux. *H. coronarium* se localise dans le nord-est du pays sur les sols lourds des régions bien arrosées. *H. flexuosum*, bien qu'ayant des exigences assez proches de celles de *H. coronarium*, pousse dans le centre nord de l'Algérie et généralement sur les pentes marneuses.

L'altitude et plus particulièrement la pluviométrie demeurent les facteurs les plus importants dans la distribution des espèces étudiées. Des résultats analogues ont été obtenus pour *Scorpiurus*, un autre genre de la tribu des Hédysarées (BENSALEM et al., 1988 et 1990).

Les résultats obtenus indiquent que ces espèces d'intérêt fourrager et pastoral présentent certaines adaptations qu'il serait très intéressant de valoriser en Algérie. En effet, la mise en valeur des sols en pente, des abords des forêts, des enclaves forestières, des sols salés, ainsi que le développement des pâturages, la résorption de la jachère et la mise en place de cultures intensives pourraient être envisagés, sur la base des données acquises à travers l'étude auto-écologique que nous avons entreprise.

Les travaux de certains d'entre nous (ABDELGUERFI-BERREKIA, 1985 ; BERREKIA et ABDELGUERFI, 1988), portant sur les aptitudes fourragères et les possibilités de valorisation des espèces spontanées d'*Hedysarum*, ont fourni des résultats encourageants, engageant à approfondir les recherches dans ce sens. Ceci est d'autant plus souhaitable que certaines espèces spontanées sont déjà utilisées pour l'affouragement : *H. flexuosum*, *H. coronarium* et *H. carnosum*, cette dernière étant également employée pour la production de miel. Cependant, ces formes d'exploitation demeurent localisées et ne sont pratiquées que par quelques agriculteurs. Il s'agit par conséquent de réintroduire les espèces d'*Hedysarum* dans un système dont elles ont apparemment été exclues, probablement du fait d'une intensification agricole trop hâtive qui a bouleversé les systèmes agricoles traditionnels.

Dans le sens d'une réintroduction, en Tunisie, les aptitudes des *Hedysarum*, et particulièrement de l'*H. coronarium*, ont été mises en évidence. *H. coronarium* permet une très bonne production pastorale et fourragère et serait une remarquable tête de rotation (RONDIER et al., 1985) ; l'association sulla-avoine est nettement plus

productive qualitativement et quantitativement que l'association classique vesce-avoine (BEN TAMALLAH, 1987).

Accepté pour publication, le 12 janvier 1991

Remerciements

Le traitement des données a été effectué au laboratoire de Biométrie de l'I.N.R.A. de Jouy-en-Josas et nous remercions vivement MM. TOMASONNE et JOLIVET, ainsi que leurs collaborateurs. Nous remercions également M. D. HUBERT pour ses conseils et corrections.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDELGUERFI A. (1976) : *Contribution à l'étude de la répartition des espèces locales de luzernes annuelles en fonction des facteurs du milieu (200 stations). Liaison entre les caractères des 600 populations étudiées à Beni Slimane et leur milieu d'origine*, thèse Ing., I.N.A. Alger, 74 p.
- ABDELGUERFI A. (1978) : *Contribution à l'étude écologique des luzernes annuelles en Algérie*, thèse Magister, I.N.A. Alger, 117 p.
- ABDELGUERFI A. et ABDELGUERFI-BERREKIA R. (1987) : "Réflexions sur la valorisation de quelques espèces fourragères adaptées aux zones arides et semi-arides", *Ann. Inst. Nat. Agro. El-Harrach*, 11 (2), 1-10.
- ABDELGUERFI A., CHAPOT J.Y. et CONESA A.P. (1988a) : "Contribution à l'étude de la répartition des luzernes annuelles spontanées en Algérie selon certains facteurs du milieu", *Fourrages*, 113, 89-106.
- ABDELGUERFI A., CHAPOT J.Y., CONESA A.P. et ROSEAU R. (1988b) : "Contribution à l'étude des espèces spontanées du genre *Medicago* L. en Algérie. I. Répartition des espèces en fonction des facteurs du milieu", *Ann. Inst. Nat. Agro. El-Harrach*, 12 (1), 304-328.
- ABDELGUERFI A. et GUITTONNEAU G.G. (1989) : "Morphologie, écologie et répartition du *Medicago heterocarpa* Spach (= *M. lesinsii* Small) en Algérie, espèce méditerranéenne du complexe *M. murex* Wild", *Candollea*, 44 (2), 423-433.
- ABDELGUERFI-BERREKIA R. (1985) : *Contribution à l'étude du genre Hedysarum L. en Algérie*, thèse Magister, I.N.A., Alger, 131 p.
- ABDELGUERFI-BERREKIA R. et ABDELGUERFI A. (1986) : "Valorisation des ressources phylogénétiques locales d'intérêt fourrager dans l'aménagement des zones de montagnes", *Ann. Inst. Nat. Agro. El-Harrach*, 10 (1), 1-11.
- ABDELKRIM H. (1984) : *Approche phyto-écologique et phytosociologique de quelques nappes alfa-tières des régions de Djelfa et Tebessa*, thèse Magister, INA, Alger, 119 p.
- ADEM L. (1974) : *Etude du comportement des Medicago annuelles (écotypes locaux et populations étrangères) dans les régions de Sétif, Médéa, Tiaret et Alger*, thèse Ing., I.N.A., Alger, 99 p.

- ARDOINO H. (1978) : *Flore analytique du département des Alpes-Maritimes*, Laffite Reprints Marseille (2^e Edition), 122-123.
- BAATOUT H., BOUSSAID D., COMBES D., ESPAGNAC H. et FIGIER J. (1976) : "Contribution à l'étude du genre *Hedysarum* en Tunisie", *Bull. Soc. Sc. Nat. Tunisie*, 11 : 87-95.
- BARBUT M. (1954) : *Rapport du conseil de l'expérimentation et des recherches agronomiques pour 1953*, Insp. Gén. Agric. Alger, p. 128.
- BATTANDIER J.A. et TRABUT L. (1890) : *Flore de l'Algérie, Dicotylédones*, Alger, 292-295.
- BAYER E., BUTTLER K.P., FINKENZELLER X. et GRAN J. (1990) : *Guide de la flore méditerranéenne. Caractéristiques, habitat, distribution et particularités de 536 espèces*, Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, p. 80.
- BENSALEM K. (1982) : *Contribution à l'étude du genre *Scorpiurus* L. en Algérie*, thèse Ing., Alger, 45 p.
- BENSALEM K., ABDELGUERFI A. et ABDELGUERFI-BERREKIA R. (1988) : "Contribution à l'étude des espèces spontanées du genre *Scorpiurus* L. en Algérie. I. Répartition des espèces en fonction des facteurs du milieu", *Ann. Inst. Nat. Agro. El-Harrach*, 12 (2), 291-303.
- BENSALEM K., ABDELGUERFI A. et ABDELGUERFI-BERREKIA R. (1990) : "Relations du genre *Scorpiurus* L. avec certains facteurs du milieu en Algérie", *Fourrages*, 124, 407-419.
- BEN TAMALLAH S. (1987) : "En zone subhumide tunisienne, intérêt de l'association avoine-sulla (*Hedysarum coronarium*) : premiers résultats", *Fourrages*, 109, 41-52.
- BENZECRI J.P. (1973) : *L'analyse des données. I. Taxinomie*, Ed. Dunod, Paris, 615 p.
- BERREKIA R. et ABDELGUERFI A. (1988) : "Contribution à l'étude des espèces spontanées du genre *Hedysarum* L. en Algérie. II. Comportement en culture expérimentale de 113 populations appartenant à 6 espèces annuelles", *Ann. Inst. Nat. Agro. El Harrach*, 12, 1, 220-232.
- BONNET E.D. et BARRATTE G. (1896) : *Catalogue raisonné des plantes vasculaire de la Tunisie*, Imp. Nat. Paris, 138-139.
- BOURAHLA A. et GUITTONNEAU G.G. (1979) : "Nouvelles possibilités de régénération des nappes alfa-tières en liaison avec la lutte contre la désertification", *Bull. Inst. Ecol. Appl. Orléans*, 1: 19-40.
- CASTAGNE L. (1862) : *Catalogue des plantes dans le département des Bouches-du-Rhône*, Ed. Librairie de la Société Bot. de France, p. 51.
- CORRIOLS J. (1965) : "Essai d'adaptation des plantes fourragères en Tunisie", *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie*, 38: 39-42.
- COSTE (l'Abbé) H. (1983) : *Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes*, Librairies Sc. et Tech., Paris (réimpression), tome 1: 411-412.
- DAGNELIE P. (1975) : *Analyse statistique à plusieurs variables*, Presses Agron. Gembloux, 61-63.
- DAVIS P.H. (1969) : *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Idinburgh Univ. Press, 3: 548-560.
- DUCELLIER L. (1933) : *La production fourragère en Algérie*, Journées des Techniciens de l'Agriculture, 11 p.

- EL OUNI M. (1979) : *Variabilité et mode de reproduction d'Hedysarum pallidum Desf. (Papilionacée) en Tunisie*, DEA Fac. Sc. Tunis, 61 p.
- FOURNIER P. (1961) : *Les quatre flores de France*, Ed. P. Lechevalier, Paris, p 577.
- FOURY A. (1954) : "Les Légumineuses fourragères au Maroc. Seconde partie. Papilionoidées (suite) : Tribu des Lotiées, Galegées, Hedysarées, Viciées, Phaseolées, Dalbergiées, Sophorées et Swartziées", *Cahiers Rech. Agron. Rabat*, 374-388.
- GAUSSEN M. et BAGNOULS F. (1947) : *Carte des précipitations (6 feuilles). Moyenne annuelle ramenée à la période 1913-1945*, Gouv. Gen. Algérie.
- GOUNOT M. (1969) : *Méthodes d'étude quantitative de la végétation*, Ed. Masson et Cie, Paris. 314 p.
- GRANIER A. et GRANIER J. (1966) : "La culture en sec de la luzerne et du sulla", *Bull. Ecole Nat. Sup. Agric. Tunis*, 10-11: 21-72.
- GUINOCHE M. (1950) : "Contribution à l'étude phytosociologique du Sud Tunisien", *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 42 (6-8): 131-153.
- GUINOCHE M. et VILMORIN (de) R. (1984) : *Flore de France*, Ed. C.N.R.S., Paris, 5: 1733-1734.
- HENIN S. (1976) : *Cours de physique du sol. I. Texture, structure, aération*, O.R.S.T.O.M., Paris, pp. 22-23
- INOESCO T. et STEFANESCO E. (1967) : "La cartographie de la région de Tanger", *El Awama*, 22, 17-147.
- JAFRI S.M.H. et EL GADI A. (1980) : *Flora of Libya. 86 Fabaceae*, Al Faath University Faculty of Science, Tripoli, 137-141.
- JAHANDIEZ E. et MAIRE R. (1932) : *Catalogue des plantes du Maroc (Spermaphytes et Ptéridophytes). Dicotylédones et Achichlamydes*, Imp. Minerva, 2: 422-423.
- JULIEN A. (1894) : *Flore de la région de Constantine*, Soc. Agric. Constantine, pp. 90-91.
- LANFRANCO G. (1955) : *Guide to flora of Malta with 300 illustrations*, Ed. Progress Press Co. Ltd. Valetta Malta, p. 27.
- LAZARE J.J. et ROUX C. (1979) : "Quelques groupements végétaux des hauts-plateaux au sud-ouest de Bou-saada (Algérie)", *Doc. Phytosociologiques*, 4, 585-596.
- LE HOUEIROU H.N. (1965) : *L'amélioration pastorale en Tunisie : principes et méthodes*, Doc. I.N.R.A.T., Tunisie, 112 p.
- NOVIKOFF G. (1971) : "Contribution à l'étude des relations entre le sol et la végétation halophile de Tunisie. IV. Végétation halophile des bourrelets éoliens argileux en bordure des Sebhas", *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie*, 34: 203-208.
- OZENDA P. (1977) : *Flore du Sahara*, C.N.R.S., 2^e Edit. Paris, p. 306.
- POLUNIN O. et HUXLEY A. (1967) : *Fleurs du Bassin Méditerranéen*, Ed. Fernand Nathan, Paris, 138-139.
- POTTIER-ALAPETITE G. (1979) : *Flore de la Tunisie. Angiospermes-Dicotylédones. Apetales-Diapetales*, Imp. Off. Rep. Tunisienne, 402-405.

- POUGET M. (1980) : *Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-Algéroises*, O.R.S.T.O.M., Paris, 555 p.
- QUEZEL P. et SANTA S. (1962) : *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*, C.N.R.S., 1, 341-359.
- RONDIER G., DEKER A., JABRI M. et ANTOINE A. (1985) : "Projet ferme modèle de Fretissa : Produire plus de grain et de lait en Afrique du Nord", Rapport final, OEP de Tunisie-Fac. Sc. Agron. de Gembloux, *Publications Agricoles*, 5, 389 p.
- THIAULT H. (1961) : "Valeur pastorale des plantes fourragères spontanées", *Fourrages*, 6, 63-80.
- TOMASSONNE R. (1976) : "Présentation générale des méthodes d'analyse multidimensionnelle", *Ann. Inst. Nat. Agron. El-Harrach*, 6 (spécial): 61-100.
- TUTIN T.G., HEYWOOD V.H., BURGESS N.A., MOORE D.M., VALENTINE D.H., WALTERS S.M. et WEBB D.A. (1968) : *Flora Europea 2 : Rosaceae to Umbelliferae*, Cambridge Univ. Press, 185-187.
- TRIFI-FARAH N., CHATTI W.S., MARRACKCHI M. et PERNES J. (1989a) : "Déterminisme génétique de dix systèmes enzymatiques chez *Hedysarum coronarium* L.", *Agronomie*, 9: 503-510.
- TRIFI-FARAH N., CHATTI W.S., MARRACKCHI M. et PERNES J. (1989b) : "Analyse de la variabilité morphologique et enzymatique des formes cultivées et spontanées de *Hedysarum coronarium* L.", *Agronomie*, 9: 591-598.
- VILLAX E.J. (1963) : *La culture des plantes fourragères dans la région méditerranéenne occidentale*, I.N.R.A., Rabat, 641 p.
- ZATOUT M. (1987) : *Contribution à l'étude de la répartition des espèces spontanées de trèfle (*Trifolium* L.) en fonction de quelques facteurs du milieu en Algérie*, thèse Ing. I.N.A., Alger, 44 p.
- ZATOUT M., BERREKIA R. et ABDELGUERFI A. (1989) : "Contribution à l'étude des espèces spontanées du genre *Trifolium* L. en Algérie, en relation avec quelques facteurs du milieu", *Proc. 16th Int. Grassl. Cong.*, Nice, I, pp. 281-282.

RÉSUMÉ

En vue de valoriser les espèces spontanées d'intérêt fourrager et pastoral en Algérie, une première étude portant sur 135 relevés a été réalisée en mettant en relation la présence des espèces du genre *Hedysarum* (sulla, sainfoin d'Espagne) avec certains facteurs du milieu (pluviométrie, altitude, pente, pourcentage de cailloux, exposition, granulométrie, pH, conductivité, calcaire total, matière organique, teneurs en sodium, potassium, phosphore, calcium et magnésium).

L'analyse factorielle des correspondances appliquée aux données et l'établissement des profils écologiques ont permis de décrire les relations entre les espèces et leur milieu. Certaines variables telles la pluviométrie et l'altitude interviennent de façon déterminante dans la distribution des espèces.

SUMMARY

Distribution of spontaneous Hedysarum sp. in Algeria according to some environmental factors

In order to make use of spontaneous species of forage interest in Algeria, on 135 collection sites, the presence of species of *Hedysarum* (sweet vetch) has been linked to environmental factors

Répartition des sillas (Hedysarum L.) en Algérie

such as rainfall, altitude, slope, percentage of pebbles, exposure, granulometry, pH, conductivity, total limestone, contents of organic matter, sodium, potassium, phosphore, calcium and magnesium.

The data were processed by a factorial analysis of correspondances and by charting ecological profiles ; it has thus been possible to clarify the relationships between species and some environmental factors. Total average annual rainfall and altitude seem to be the most important factors determining *Hedysarum* sp. distribution in Algeria.