

Le site Al-Azaghar (Moyen-Atlas, Maroc) : un foyer grégarigène du criquet marocain *Dociopterus maroccanus* (Thunb., 1815)

Lahsen EL GHADRAOUI¹, Daniel PETIT² & Jamal EL YAMANI¹

1. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Biologie, Route d'Imouzer, B.P. 2202, Fès. E-mail : lahelghadraoui@yahoo.fr.

2. Faculté des Sciences et Techniques UMR INRA 1061, Génétique moléculaire animale, 123 av. Albert Thomas, F-87060 Limoges

Résumé. Le criquet marocain *Dociopterus maroccanus* (Thunb., 1815) est l'un des principaux ravageurs acridiens au Maroc. Son impact économique sur la production agricole et pastorale dans les zones de pullulation dépasse en importance celle des autres espèces acridiennes. Ainsi, dans la présente étude effectuée dans le site Al-Azaghar du Moyen-Atlas, nous avons étudié le regroupement des criquets et le cycle biologique de l'espèce depuis le stade larvaire jusqu'au stade adulte. Nous avons pu répertorier et délimiter les foyers de pullulation de l'espèce et préciser les périodes d'apparition des différents stades de développement. Ces informations sont utiles pour prévoir le moment et les lieux de pullulation et pour contribuer à la mise en œuvre de campagnes de lutte efficaces et moins nocives pour l'environnement.

Mots clés : Criquet marocain, insecte ravageur, cycle biologique, foyers grégarigènes, environnement.

Al-Azaghar site in Middle-Atlas : an outbreak area of the Moroccan locust *Dociopterus maroccanus* (Thunb., 1815).

Abstract. The Moroccan locust *Dociopterus maroccanus* (Thunb., 1815) is one of the major pest grasshoppers in Morocco. Within outbreak zones, it has a greater impact on economics of agricultural productions and pastures than the other acridians. In the present study conducted in Al-Azaghar site (Middle-Atlas), we have monitored grasshopper gathering and the biological cycle from early larval stages until adults. We describe the precise location of outbreak areas and the appearance period of the different developmental stages. This information is useful to predict the appropriate time to proceed to treatments, and within limited areas, in order to minimize the negative effects of insecticides on environment.

Key words : Moroccan Locust, pest insect, biological life cycle, outbreak area, environment.

INTRODUCTION

Le criquet marocain *Dociopterus maroccanus* (Thunb., 1815) est une espèce sédentaire strictement inféodée aux lits caillouteux, un sol compact, une végétation mosaïque et un climat semi-aride. Son aire de répartition s'étend sur tout le pourtour semi-aride du littoral méditerranéen : en Europe, au Moyen Orient, en Afrique du Nord, dans la majorité des îles méditerranéennes et dans différentes régions asiatiques (Uvarov 1977, Louveaux *et al.* 1996). C'est une espèce grégarapte dont les individus, sous l'effet d'un regroupement important, sont capables de passer d'une forme solitaire inoffensive à une forme grégaire qui les rend redoutables par les dégâts considérables qu'ils peuvent occasionner.

Il est l'un des principaux ravageurs acridiens au Maroc, son impact économique sur les productions agricoles et pastorales dans les zones de pullulation dépasse en importance celle des autres espèces acridiennes. Ses pullulations, étroitement dépendantes des conditions écologiques, peuvent se produire dans n'importe quelle partie du pays de son aire d'habitat.

Au Maroc, l'espèce abrite trois foyers grégarigènes qui sont séparés de centaines de kilomètres : la partie orientale dans la région d'Oujda à la Gada de Debdou, le versant sud du Haut-Atlas dans le massif du Siroua à Askaoune et le Moyen-Atlas dans le cercle de Boulemane et plus particulièrement la région de Tazouta (Ben Halima *et al.* 1984, Louveaux *et al.* 1996).

Au Moyen-Atlas dans le site Al-Azaghar, notre station d'étude, le criquet marocain cause des dégâts énormes sur l'économie de la région puisque son invasion coïncide avec

la germination des céréales qui constitue une ressource nutritive importante pour la population locale.

Malgré toutes les précautions prises par les services spécialisés dans la lutte antiacridienne, le problème posé par les invasions de ces criquets reste sans solution. Les essaims de criquets marocains couvrent une distance relativement limitée par rapport aux possibilités du criquet pèlerin (El Ghadraoui 2002). Cependant, dans des conditions écologiques favorables, ils peuvent coloniser des zones distantes de quelques dizaines de kilomètres de leur foyer habituel.

Pour faire face au problème du criquet marocain, plus de 10 000 ha en moyenne sont traités chaque année (Ben Halima *et al.* 1984) avec l'utilisation de produits chimiques. Afin d'élaborer une méthode de lutte préventive et ainsi de réduire les effets néfastes des traitements sur l'homme et son environnement, nous avons étudié le phénomène de regroupement des criquets ainsi que le déroulement intra-stationnel du cycle biologique de l'espèce. De ce fait, dans un premier temps, nous avons recherché à localiser, sur le terrain, les foyers de pullulation et plus particulièrement les lieux de concentration des pontes des femelles. Ensuite, nous avons essayé de préciser les périodes d'apparition de l'espèce à différents stades de son développement.

METHODES D'ETUDE

Le site Al-Azaghar

La station prospectée se situe au Moyen-Atlas à la transition de Tazouta et Skoura. Elle se trouve sur le territoire pastoral du village de Tazouta à Aït Chaïb

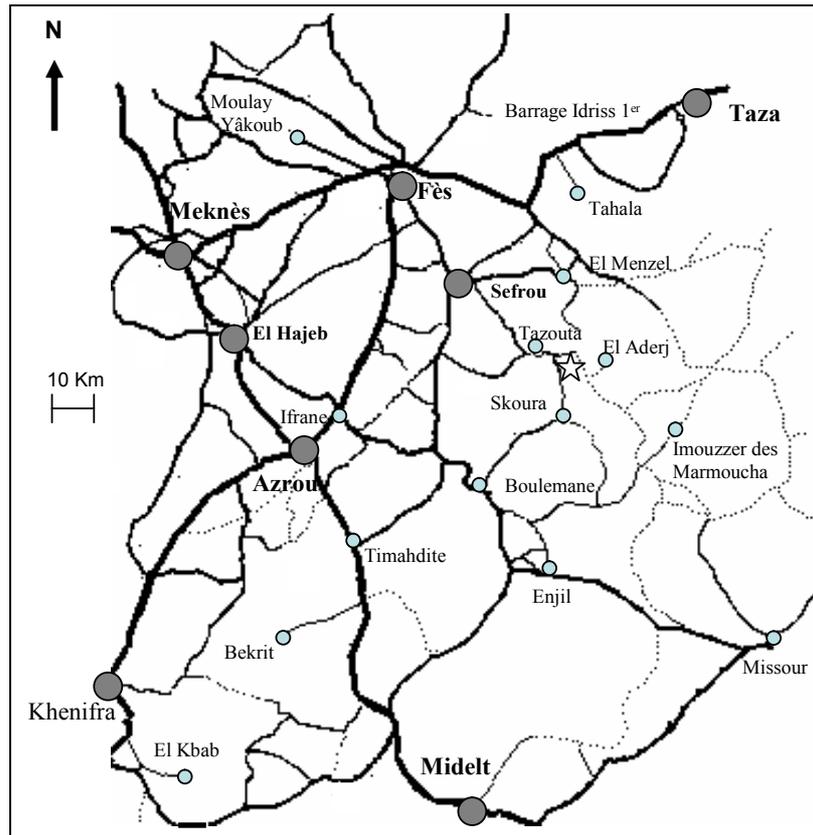


Figure 1. Localisation géographique du site Al-Azaghar dans le Moyen-Atlas. L'étoile correspond au foyer grégarigène de *Docioctaurus maroccanus* (Thunb., 1815)

(4°34' W, 33°38' N). Le site est situé entre deux rides allongées de montagnes dont la première est anticlinale au nord-ouest et la seconde au sud-est dominant topographiquement la région de Skoura. Lors des pullulations, l'aire atteinte par l'invasion de criquet marocain s'étend sur une surface de 400 ha environ (El Ghadraoui 2002).

A 960 m d'altitude, la station étudiée a l'aspect d'une plaine interrompue par des petites collines. Elle est limitée à l'ouest par le village de Tazouta, à l'est par l'Oued Mdez (Beni-Alem), au sud par les collines de Skoura et au nord par les montagnes de Tazouta.

Les différentes cultures dans ce site sont surtout des céréales en bour fortement dépendantes des précipitations. Les champs céréaliers, manuellement épierrés à l'intérieur des épandages caillouteux, sont de forme irrégulière et leur superficie n'excède pas 2 ha. Les pâturages sont des pelouses écorchées, déforestées de *Juniperus phoenicea* et de *Pistacia atlantica* en raison de la pression humaine et en particulier du surpâturage des ovins et des caprins. Le recouvrement de la végétation est irrégulier et faible (la liste floristique est donnée en annexe).

Le bioclimat de la région est de type semi-aride froid (Labhar 1998). La pluviométrie annuelle moyenne est de 400 mm, les moyennes des minima du mois le plus froid de 2°C, et des maxima du mois le plus chaud de 40°C (Nouad 1999). Ce type de bioclimat, ainsi que la diversification du tapis végétal rappellent la description des deux autres foyers

grégarigènes de l'espèce au Maroc (Ben Halima *et al.* 1984, Louveaux *et al.* 1996) et dans d'autres pays méditerranéens, notamment en Algérie (Pasquier 1934). Le site d'Al-Azaghar est pluvieux essentiellement au printemps, favorisant le développement des embryons de *Docioctaurus maroccanus* qui ont besoin d'un sol sec pour se conserver et humide pour éclore (Uvarov 1957).

L'espèce *Docioctaurus maroccanus*

Le criquet marocain est un Acrididae faisant partie de la sous-famille des Gomphocerinae dont les organes du vol dépassent nettement l'extrémité des fémurs postérieurs. Il est caractérisé par le dessin pronotal cruciforme jaunâtre ou blanchâtre et les trois taches fémurales qui disparaissent à l'état grégaire. C'est une espèce univoltine dont le cycle de reproduction est annuel. La femelle pond une oothèque contenant une trentaine d'œufs. L'oothèque semble présenter des caractéristiques particulières pour une adaptation parfaite à une longue diapause. Les œufs sont ainsi enveloppés dans une matière spumeuse transparente qui les protège contre la dessiccation, surtout en période sèche, assurant les meilleures conditions de survie et du développement de l'embryon. Son cycle de développement est caractérisé par un développement embryonnaire assez long ayant une diapause de 9 mois.

Le genre *Docioctaurus* regroupe au moins une vingtaine d'espèces parmi lesquelles cinq sont bien connues dans le bassin méditerranéen (Defaut 1988). *Docioctaurus maroccanus* est la plus grande de son genre et la seule

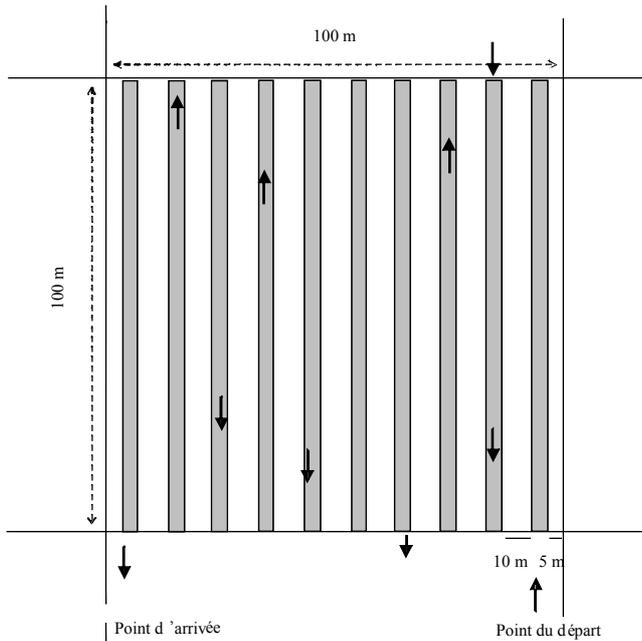


Figure 1. Technique utilisée dans le dénombrement des criquets dans des carrées de 10 000 m². Le comptage se fait sur des parcours de 100 m de long et 1 m de large.

nuisible. La taille de l'adulte oscille généralement de 16 à 30 mm chez le mâle et de 23 à 37 mm chez la femelle.

Méthode d'étude

Dans un premier temps, nous avons recherché à localiser et délimiter les aires de regroupement de pontes des femelles, repérables par leur présence au cours des mois de juin et juillet de l'année 1997. Ceci nous a permis de déterminer les surfaces à risques.

Dans un deuxième temps, nous avons effectué un suivi du déroulement du cycle biologique de l'espèce, depuis l'éclosion jusqu'au stade adulte, du mois d'avril au mois d'août de l'année 1998. Pour ce faire, le dénombrement des individus a été effectué en utilisant une méthode de comptage à vue largement utilisée pour l'échantillonnage et la capture des acridiens ravageurs (Ben Halima 1983, Ben Halima *et al.* 1984, Mouhim 1997). Cette technique consiste à compter les criquets tout au long de trajets de 100 m de long et 1 m de large et séparés de 10 m (Fig. 1). Une surface de 10 000 m² a été ainsi explorée une fois par

semaine. Pour chaque parcelle, 10 prélèvements sont effectués. Les parcelles sont choisies dans des endroits où la structure végétale est d'une hauteur faible et un recouvrement inférieur à 100 %, ce qui facilite le dénombrement des criquets.

L'échantillonnage a lieu en début de la matinée, de 8 à 10 heures ; les acridiens sont alors assez actifs pour être facilement repérés, sans pour autant compliquer leur capture.

Les larves des différents stades de développement sont capturées et sont provisoirement placées dans des boîtes pour leur identification. Par contre, il n'est pas nécessaire de capturer les adultes car ils sont facilement reconnaissables. Les caractères utilisés pour la distinction des différents stades de développement sont ceux utilisés par Latchininsky & Launois-Luong (1992) : la largeur du corps au niveau du thorax, la longueur de fémur postérieur et le nombre d'articles antennaires (Tableau I). Les dénombrements ont été réalisés par le même observateur du début jusqu'à la fin de l'expérience afin de respecter l'homogénéité des observations.

RESULTATS

Aire de pullulations des criquets

Nous avons pu localiser et répertorier trois foyers de grégairisation intrastationnels correspondant aux sites de reproduction des femelles dans le site d'Al-Azaghar. Selon les agriculteurs et pasteurs de la région, il semble que dans les années précédentes, il y avait davantage de foyers de pullulation dans ce site qui, au fil du temps, ont fini par régresser sous l'effet de la mise en culture. Dans le site d'Al-Azaghar, les pullulations sont telles qu'elles peuvent atteindre plusieurs centaines d'individus par mètre carré et peuvent envahir des surfaces s'étendant sur des dizaines de kilomètres.

Cycle biologique

Dans le site d'Al-Azaghar, *Dociostaurus maroccanus* se rencontre à l'état larvaire en début du printemps et à l'état imaginal en début de la saison sèche. Comme le montre la figure 2, l'apparition de l'espèce s'étend de début avril jusqu'à fin août pour l'année 1998. La durée moyenne du développement larvaire est de 40 à 45 jours.

Tableau I. Les critères principaux permettant la distinction des différents stades larvaires chez *Dociostaurus maroccanus* Thunb. (Latchininsky & Launois-Luong 1992 avec modification).

Stades larvaires	Larve 1 ^{er} stade	Larve 2 ^{ème} stade	Larve 3 ^{ème} stade	Larve 4 ^{ème} stade	Larve 5 ^{ème} stade
Largeur du corps (mm)	5 - 8	6 - 11	8 - 14	♂ : 13-19 ♀ : 15-22	♂ : 17-24 ♀ : 19-28
Longueur du fémur (mm)	3 - 4	4 - 5	5 - 7	7 - 10	♂ : 10-13 ♀ : 13-15
Nombre d'articles antennaires	13	15 - 17	17 - 20	20 - 22	22 - 24

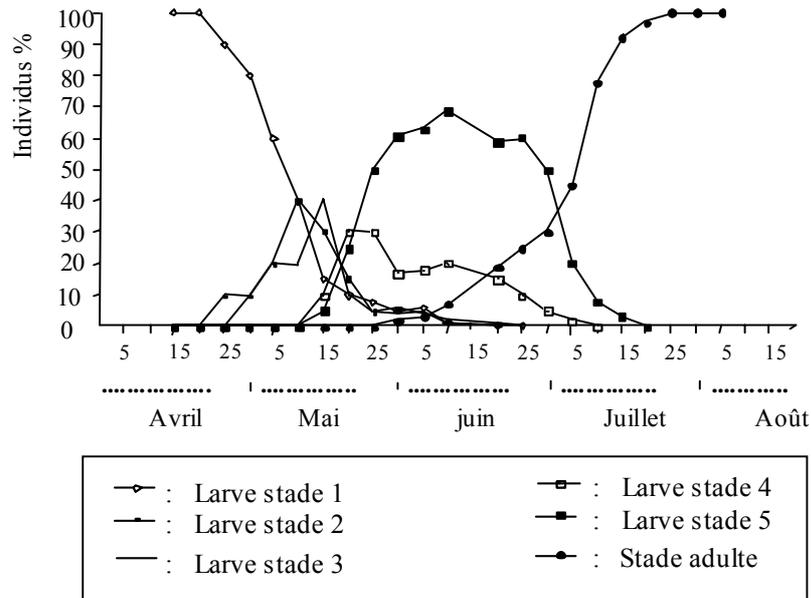


Figure 2. Evolution de la répartition intrastationnelle du criquet marocain dans le site d'Al-Azaghar du Moyen-Atlas tout au long de la saison de son apparition

L'éclosion des œufs a lieu fin avril-début mai. Celle-ci n'est pas synchrone et s'échelonne dans le temps, avec un décalage dépassant un mois entre l'apparition des premières larves et l'éclosion des derniers œufs. Les larves des trois premiers stades peuvent se rencontrer jusqu'à la mi-juin. L'apparition du quatrième stade s'étend du début mai jusqu'à la première quinzaine de juillet. En fin, la mue imaginaire commence généralement en fin mai-début juin et les adultes se rencontrent jusqu'au début août.

La prospection de la station d'étude dans l'année suivante (1999), montre que les premières apparitions du criquet marocain ont eu lieu dans les mêmes lieux repérés auparavant mais avec un retard d'une dizaine de jours. Ce retard pourrait être expliqué par des conditions écométéorologiques de l'année d'observation et en particulier les précipitations.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

La présence de la totalité des différentes étapes de développement du criquet marocain dans le site d'Al-Azaghar du Moyen-Atlas montre bien que celui-ci constitue un site permanent de l'espèce. Le développement larvaire a lieu au printemps (période riche en végétation) ce qui représente un avantage pour les criquets qui bénéficient, ainsi, d'un taux de survie élevé et donc d'un potentiel reproducteur important. Dans cette aire à végétation diversifiée, *Dociostaurus maroccanus* trouve les conditions favorables à sa reproduction. Un sol compact avec une faible couverture végétale constitue un site favorable pour la ponte. Son comportement alimentaire polyphage (El Ghadraoui *et al.* 2002), surtout en fin de saison, lui permet de s'adapter à la sécheresse croissante des plantes.

Selon Duranton *et al.* (1987), on distingue 4 zones concentriques au sein de l'aire de répartition des acridiens

grégarisantes. Les foyers de grégation correspondent aux lieux de concentration des pontes. L'aire grégationnelle regroupe l'ensemble des foyers de grégation entre lesquels se font des échanges réguliers de populations aboutissant certaines années à de véritables pullulations. Elle forme donc un ensemble fonctionnel géographiquement défini et inclus dans l'aire d'habitat permanent de l'espèce. En fin, l'aire d'invasion est extérieure à l'aire d'habitat permanent. Les criquets ne s'y trouvent qu'après leur déplacement.

Trois foyers de grégation, séparés de quelques centaines de mètres, ont été identifiés sur le site d'Al-Azaghar à la bifurcation des deux routes qui mènent l'une vers le Barrage et l'autre vers Skoura. Chaque foyer couvre environ un demi hectare de surface. Nous avons observé les femelles pondre préférentiellement dans ces sites dont le sol est caillouteux, bien ensoleillé, à végétation rare et très basse.

La gravité de l'invasion de cet insecte ravageur tient à la proximité entre les cultures et les foyers de grégation. Les céréales en bour (blé et orge) et les pâturages sont les activités agricoles les plus importantes dans la région. Les cultures maraîchères (légumineuses) sont peu représentées. On peut noter également quelques plantations arboricoles (olivier). Au cours des pullulations acridiennes, les pertes de récoltes des plantes herbacées sont surtout dues aux jeunes stades qui se déplacent en bandes avant les moissons. Les plantes ligneuses ne sont attaquées que dans leur stade précoce. Il est arrivé que les essaims de criquets ont occasionné des dégâts jusqu'aux fermes de Skoura. On peut conclure que l'influence du criquet marocain sur la situation économique déjà précaire de la région de Tazouta demeure très grande.

Une détection précoce des zones à haut risque, c'est-à-dire, les foyers grégarigènes d'une part, et la détermination des périodes d'apparition des criquets à différents stades de développement d'autre part, nous permettra d'intervenir sur des surfaces restreintes, avant la formation des bandes larvaires et le départ des essaims. Dans le site d'Al-Azaghar, les traitements chimiques contre les criquets s'effectuent le plus souvent par voie terrestre, ce qui constitue une charge très lourde pour traiter de grandes surfaces et surtout dans des zones à accès difficile. Les pesticides chimiques déversés sur de vastes superficies ne sont pas sans effets néfastes sur l'environnement. Les risques potentiels pour la santé humaine sont réels, soit directement lors des épandages sur les cultures soit indirectement sur le bétail et sur les ressources d'approvisionnement en eau. Le point le plus critique de

l'intervention chimique est le risque encouru par les organismes non visés, soit par intoxication (contact, ingestion ou inhalation), soit indirectement en consommant les plantes traitées ou d'autres animaux (chats, chiens, etc.) qui, affamés se nourrissent de criquets traités.

Par le présent travail, dans le site d'Al-Azaghar, nous avons pu répertorier et délimiter les foyers de pullulation du criquet marocain, de même, nous avons précisé la période d'apparition de cette espèce à différents stades de développement. Nous sommes donc en mesure de prévoir le moment et les lieux de pullulation et pourrons ainsi contribuer à la mise en œuvre de campagnes de lutte efficaces et moins nocives pour l'environnement.

Références

- Ben Halima T. 1983. *Etude expérimentale de la niche trophique de Doclostaurus maroccanus (Thunb., 1815) en phase solitaire au Maroc*. Thèse de Docteur Ingénieur, Univ. Paris Sud, Orsay, 178 p.
- Ben Halima T., Gillon Y. & Louveaux A. 1984. Utilisation des ressources trophiques par *Doclostaurus maroccanus* (Thunb., 1815) (Orthopt. : Acrididae). Choix des espèces consommées en fonction de leur valeur nutritive. *Acta Oecologia Oecol. Gen.*, 5, 383-406.
- Defaut B. 1988. La détermination des Orthoptères Ouest-Paléarctiques. 6, Caelifera Acrididae (suite) 7, Ensifera 8, Mantodea. *Trav. Lab. d'Ecobiol. Arthropodes édaph.*, 6, 1, 1-93.
- Durant J.F., Launois M., Launois-Luong M.H., Lecoq M. & Rachadi T. 1987. *Guide antiacridien du Sahel*. CIRAD PRIFAS, Montpellier, 344 p.
- El Ghadraoui L. 2002. *Etudes bioécologiques du criquet marocain « Doclostaurus maroccanus » dans le site Al-Azaghar du Moyen-Atlas*. Thèse d'Etat es-Sciences, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah Fès, 124 p.
- El Ghadraoui L., Petit D., Picaud F. & El Yamani J. 2002. Relationship between labrum sensilla number in the Moroccan locust *Doclostaurus maroccanus* and the nature of its diet. *J. Orthopt. Res.*, 11, 1, 11-18.
- Fennane M., Ibn Tatou M., Mathez J., Ouyahya A. & El Oualidi J. 1999. *Flore pratique du Maroc, vol. 1*. Trav. Inst. Scient., sér. botanique, n°36, Rabat, 558 p.
- Labhar M. 1998. *Les milieux forestiers et pré-forestiers du Moyen-Atlas central nord occidental : approche géographique, phytoécologie et dynamique*. Thèse Doctorat d'Etat es-Lettres. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Fès.
- Latchinsky A.V. & Launois-Luong M.H. 1992. *Le criquet marocain, Doclostaurus maroccanus (Thunb, 1815) dans la partie orientale de son aire de distribution. Etude monographique relative à l'Ex. URSS et aux pays proches*. CIRAD-GERDAT-PRIFAS : Montpellier/VIZR St-Petersbourg-XIX, 270 p.
- Louveaux A., Mouhim A., Roux G., Gillon Y. & Barral H. 1996. Influence du pastoralisme sur les populations acridiennes dans le massif du Siroua (Maroc). *Rev. Ecol.*, 51, 2, 139-151.
- Mouhim A. 1997. *Etude des effets de Nomolt, Fipronil et Malathion sur les acridiens (criquet marocain et sautériaux) et les insectes non-cibles dans le massif de Siroua (Haut-Atlas)*. CEA, Univ. Ibn Zohr, Fac. Sci. Agadir, 44 p.
- Nègre R. 1962. *Petite flore des régions arides du Maroc occidental. Tomes 1 et 2*. C.N.R.S., Paris.
- Noudat M. 1999. *Préparation du développement économique et social, commune rurale Tazouta, province de Sefrou*. Rapport administratif inédit, Tazouta.
- Pasquier R. 1934. Contribution à l'étude du criquet marocain *Doclostaurus maroccanus* (Thunb., 1815) en Afrique mineure. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. N.*, 25, 167-200.
- Uvarov B. P. 1957. *The aridity factor in the ecology of locust and grasshoppers of the Old World in Arid Zone Research*. Human and Animal Ecology, UNESCO, Paris, pp. 164-198.
- Uvarov B. P. 1977. *Grasshoppers and locusts. A handbook of general acridology. Vol. 2*, Cambridge University Press, 613 p.

Manuscrit reçu le 16 janvier 2002

**Annexe. Liste des plantes rencontrées dans le site d'Al-Azaghar
(Nègre, 1962 ; Fennane et coll., 1999)**

- Gymnospermae : *Juniperus phoenicea*
Angiospermae
Poaceae : *Schinaria capitata*
Stipa retorta (variété glabre + variété velue)
Hordeum murinum
Bromus rubens
Caryophyllaceae : *Petrorrhagia illyrica* subsp. *angustifolia* (= *Tunica illyrica* subsp. *angust.*)
Paronychia capitata subsp. *capitata*
Herniaria cinerea (= *H. lenticulata*)
Vaccaria pyramidata (dans le champ de céréale)
Ranunculaceae : *Delphinium nanum*
Resedaceae : *Reseda decursiva* (= *R. alba* subsp. *decursiva*)
Santalaceae : *Thesium humile*
Frankeniaceae : *Frankenia corymbosa*
Cistaceae : *Helianthemum papillare*
Rhamnaceae : *Ziziphus lotus*
Linaceae : *Linum tenue*
Convolvulaceae : *Convolvulus* sp.
Brassicaceae : *Eruca sativa*
Euphorbiaceae : *Euphorbia chamaesyce*
Borraginaceae : *Echium horridum*
Leguminosae : *Anthyllis tetraphylla*
Ebenus pinnata
Trifolium stellatum
Lamiaceae : *Ajuga iva*
Teucrium pollium
Plantaginaceae : *Plantago ovata*
Oleaceae : *Olea oleaster*
Plumbaginaceae : *Limonium echioides*
Dipsacaceae : *Scabiosa stellata*
Asteraceae : *Atractyllis cancellata*
Centaurea melitensis
Centaurea sulfurea
Reichardia tingitana subsp. *discolor*
Hedypnois cretica (= *H. polymorpha*)
Leontodon mulleri
Hypochoeris glabra
Scorzonera laciniata
Lasiopogon muscoides
Micropus supinus
Filago germanica
Asteriscus pygmaeus