

INFLUENCE DU PASTORALISME SUR LES POPULATIONS ACRIDIENNES DANS LE MASSIF DU SIROUA (MAROC)

Alain LOUVEAUX ⁽¹⁾, Ahmed MOUHIM ⁽²⁾, Georges ROUX ⁽³⁾, Yves GILLON ⁽⁴⁾ &
Henri BARRAL ⁽⁴⁾

INTRODUCTION

Le Criquet marocain (*Doclostaurus maroccanus* Thunb.) a été un ravageur redoutable au Moyen Orient et dans tout le bassin méditerranéen, y compris en France méridionale (Louveaux & Gillon, 1986). Künckel d'Herculaïs (1893), dans un bilan méticuleux de la lutte contre le Criquet marocain de 1887 à 1890 en Algérie, a publié des statistiques qui donnent une idée de l'ampleur du phénomène (8 800 m³ d'oothèques détruites et 148 000 ha infestés sur 39 communes pour la seule année 1889). Aujourd'hui le Maroc traite en moyenne 10 000 ha par an contre des acridiens autres que le Criquet pèlerin. La dernière pullulation au Maroc a eu lieu en 1990 dans le Moyen Atlas avec plus de 18 000 ha traités.

Trois aires de grégarisation du Criquet marocain sont connues au Maroc et régulièrement surveillées, ce sont : la Gada de Debdou au nord-est du Maroc, Askaoun dans le massif du Siroua (Anti-Atlas), Boulemane et Azrou au Moyen Atlas. Dans ces foyers d'autres espèces qui ne grégariisent pas, telles que *Calliptamus wattenwyllianus* Pant. et *Oedaleus decorus* Kr. causent occasionnellement des dégâts. De nombreux auteurs ont fait l'hypothèse d'un lien existant entre mouton et Criquet marocain (Pasquier, 1950 ; Skaf, 1972 ; Uvarov, 1977 ; Ben Halima, 1983), la dégradation des pâturages par le piétinement et le broutage créant les conditions d'un habitat favorable, caractérisé par une pelouse écorchée avec des taches de sol nu et un sol caillouteux. Le pâturage n'a pas toujours pour conséquence d'accroître l'abondance des criquets dans les formations pâturées ; les effets sont très variables selon les espèces (Guéguen-Genest & Guéguen, 1987 ; Van Wingerden *et al.*, 1991 ; Welch *et al.*, 1991).

Le foyer de grégarisation étudié, près d'Askaoun, a la particularité d'être connu depuis plus de vingt ans et de fonctionner moins fréquemment que les autres foyers de l'aire. La dimension sociale de la gestion de l'espace cultivé et pâturé, avec ses conséquences sur le développement des grégarisations, est généralement

¹ Biologie évolutive et Dynamique des Populations, Bât. 446, URA 1492, Université Paris Sud, F-91405 Orsay.

⁽²⁾ Centre National de Lutte Antiacridienne d'Aït Melloul, BP 125, Inezgane Maroc.

⁽³⁾ Biologie des Populations et des Communautés, Bât. 362, URA 1492, Université Paris Sud, F-91405 Orsay.

⁽⁴⁾ ORSTOM, 213 rue Lafayette, F-75480 Paris.



88N 0249-7395

négligée. Cette étude tente d'analyser en quoi les pratiques pastorales traditionnelles favorisent le maintien d'une faune d'Orthoptères et comment le maintien d'un équilibre biocénotique peut favoriser le contrôle du Criquet marocain.

SITE ET MÉTHODES D'ÉTUDES

Le foyer de grégarisation étudié se situe dans le massif du Siroua à la transition de l'Anti-Atlas et du Haut Atlas (30° 30N-30° 50N, 7° 30W- 7° 50W). Il est sur le territoire pastoral du village d'Anmid, dans des pâturages d'estive à 2 300 m. Les premières neiges tombent en novembre et durent jusqu'en avril-mai. Les précipitations sont abondantes mais irrégulières (Tab. I). Le bioclimat est du type semi-aride froid (Emberger, 1939 ; Michalet, 1991). L'accès, difficile, à ces pâturages d'altitude a été organisé à l'occasion des missions de prospection du Centre Anti-Acridien marocain.

TABLEAU I

Précipitations mensuelles (mm) pour le poste météorologique d'Askaoun (1 850 m). Moyenne sur 8 ans d'observations (Peltier, 1982). Le temps pendant lequel les acridiens et les troupeaux sont présents sur le site d'étude est indiqué par une accolade.

Date	Acridiens												Total
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Troupeaux		Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
Moy.	69.5	84.5	44.5	33.5	12	1.5	2	6	10.5	51.5	40.5	93	449
1988	30	200	70							81	216		597
1989			52	87						65	55	89	348
1990	14		53	35	12				22	11	6		153
1991			119	15					3	32	27	129	325
1992		38	34	51	12			28		9		5	178

Pas de données de température disponibles.

LE SYSTÈME AGRO-PASTORAL DU SIROUA

La gestion communautaire des pâturages est strictement contrôlée par les pasteurs. Quatre villages (Anmid, Tilemsine, Tagdourt et Agrilaoun) se partagent 2 850 ha de pâturages en altitude (Azib Aït Maghlif). A l'intérieur de l'Azib, chaque village possède ses propres prairies et cultures irriguées dans des dépressions humides (Agdals) ; celui d'Anmid a une surface de 55 ha. Les 4 villages possèdent un total de 143 ha d'Agdals, ce qui représente 5 % de la totalité de l'Azib géré en commun. Chaque année le 28 juillet, le village entier, environ 900 habitants pour Anmid, transhume avec le bétail jusqu'aux pâturages d'altitude où ils résideront jusqu'en octobre. En novembre, les troupeaux redés-

centent progressivement jusqu'à des pâturages d'hiver (L'Moda) dans la vallée à 1 900 m. Au printemps ils gagnent des pâturages de moyenne altitude (Ignan) en attendant de rejoindre les pâturages d'été à la date fixée. Les troupeaux présents sur l'Azib en août 1988 ont été recensés et estimés à 7 200 moutons et chèvres. Soit une moyenne de 0,4 tête par hectare durant les trois mois d'estive.

Le foyer de grégarisation du Criquet marocain est dans l'Agdal du village d'Anmid (Fig. 1). Les pentes de cette dépression sont cultivées en terrasses irriguées. Le bas-fond est une prairie de fauche. Après les foins à la mi-août la prairie est laissée en pâturage aux vaches, mules et ânes, mais les moutons en sont exclus. Les troupeaux de moutons sont parqués sur des terrasses en bordure de l'Agdal à proximité des habitations. Ces terrasses représentent environ deux hectares et sont des sites de pontes pour les acridiens.

CARACTÉRISTIQUES DE LA VÉGÉTATION

Les pâturages d'été

Ce sont des pelouses écorchées, déforestées jusqu'à 1 800 m et dégradées par les moutons, dont la physionomie a été décrite (Maire, 1933 ; Barbero *et al.*, 1971 ; 1975 ; Peltier & River, 1974 ; Peltier, 1982). Les espèces caractéristiques sont le *Poa bulbosa* L., un thym, deux armoises (*Artemisia herba-alba* Asso et *A. campestris* L.), *Catananche caerulea* L. et *Centaurea incana* Desf. spp *ornata* (Willd.) Maire. Le recouvrement de la végétation, estimé visuellement, est irrégulier et faible (20 % en moyenne pour 10 relevés de 1 m²). Les xérophytes épineux (*Bupleurum spinosum* Gouan et *Erinacea anthyllis* Link) sont limités aux versants nord et aux éboulis. Le recouvrement moyen de la végétation est de 45 % (6 x 1 m²).

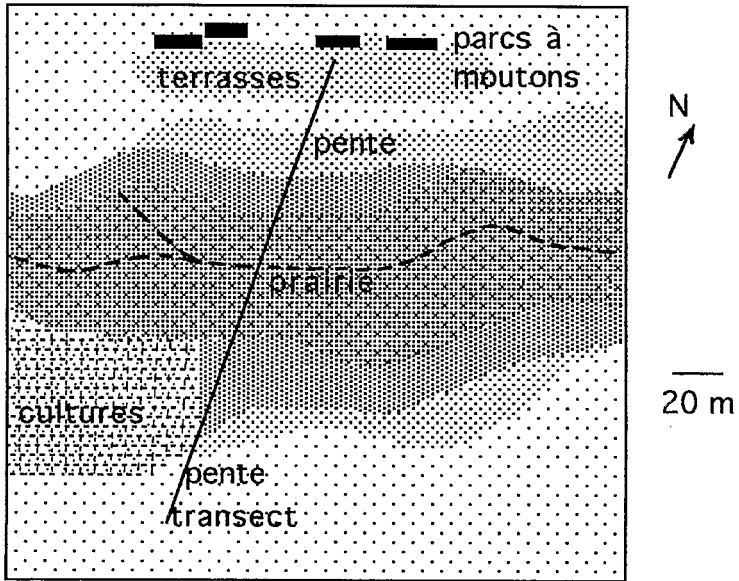
La prairie de fauche

Les Agdals sur sol brun sont riches en humus et tourbeux. Ils sont qualifiés de 'pozzines' par Quezel (1971). Trente-six végétaux ont été recensés dans l'Agdal d'Anmid dont une dizaine de Graminées (*Lolium multiflorum* Lam., *Phleum pratense* L., *Agrostis stolonifera* L.) des Légumineuses (*Trifolium repens* L., *Lotus corniculatus* L.) et *Plantago coronopus* L.. Dans les parties les plus humides où l'eau courante est semi permanente, les Juncacées (*Juncus striatus* Schousb., *J. subnodulosus* Schrank), *Carex divisa* Huds. et *Glyceria fluitans* (L.) R. Br. sont abondantes. Le couvert est de 100 % sur toute l'étendue.

Les pentes autour de la dépression forment une étroite bande de transition qui se dessèche en été. Les espèces dominantes dont *Hordeum murinum* L., *Armeria* gr. *alliacea*, *Catananche caerulea* L., *Mantisalca salmantica* (L.) Briq. & Cavillier, *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Rumex thyrsoides* Desf. et *R. tingitanus* L.. Le couvert est discontinu (95-100 %).

Les terrasses des parcs à moutons

Physionomiquement ce sont des pelouses à *Poa bulbosa* mais plus riches en espèces. Elles portent les traces d'anciennes cultures. Le recouvrement a été



Etat de verdure de la végétation

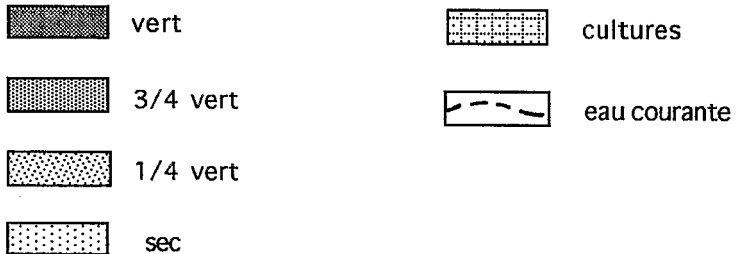


Figure 1. — Plan de la station d'étude dans une dépression humide (Agdal) d'un pâturage d'estive à 2300 m d'altitude dans le massif du Siroua. Etat de verdure de la végétation en juin 1989 et emplacement du transect sur lequel ont été échantillonnés les Acridiens.

calculé par la méthode des points contacts pour 20 relevés de 1 m², les mesures étant faites tous les 10 cm dans chaque quadrat. La végétation est en taches (65 % de couverture) avec des espaces dénudés, caillouteux (Tab. II). Les plantes sont des pérennes résistantes au piétinement et au broutage (*Dasypyrum hordaceum* (Cosson & Durieu) P. Candargy, *Poa bulbosa* L., *Scorzonera pigmaea* Sibth &

TABLEAU II

Recouvrement de la végétation sur les terrasses des bergeries au début du mois de juillet : pourcentage moyen de contacts \pm E S ($n = 20$ et 100 points de mesure/m²).

Espèces	%
Sol nu	34,9 \pm 3,1
<i>Poa bulbosa</i> L.	31,8 \pm 2,5
<i>Scorzonera pygmaea</i> Sibth. & Sm.	14,7 \pm 3,5
<i>Dasypyrum hordaceum</i> (Cosson & Durieu) P. Candargy	6,1 \pm 2,1
<i>Lithospermum apulum</i> Vahl	2,7 \pm 1,0
<i>Veronica</i> sp.	2,3 \pm 0,8
<i>Catananche caerulea</i> L.	1,6 \pm 0,7
<i>Centaurea incana</i> Desf. subsp. <i>ornata</i> (Willd.) Maire	1,1 \pm 0,5
<i>Catananche caespitosa</i> L.	0,9 \pm 0,5
<i>Alyssum serpyllifolium</i> Desf.	0,4 \pm 0,3
<i>Silene italica</i> (L.) Pers. Var <i>Pattula</i> (Desf.) Maire	1,8 \pm 0,4
Autres	1,9 \pm 0,5

Sm., *Catananche caespitosa* Desf.) et des annuelles à cycle végétatif court (*Veronica* sp., *Alyssum serpyllifolium* Desf., *Lithospermum apulum* (L.) Vahl.

ÉCHANTILLONNAGE DES ACRIDIENS

La nomenclature des Acridoidea utilisée est celle de Chopard (1943) actualisée des révisions et descriptions d'espèces récentes (Defaut, 1987 ; Louveaux & Ben Halima, 1987).

Les dénombrements d'Orthoptères sont faits le long d'un transect de 180 m (Fig. 1), à l'aide d'un biocénomètre en tissu de 1 m² et 80 cm de haut et fermé sur le dessus par un voile de Tergal. Deux observateurs, tiennent le cadre en marchant rapidement et le jettent au sol devant eux tous les dix pas. Les criquets sont comptés et retirés du cadre à chaque fois. L'échantillonnage a lieu entre 8 h et 10 h solaire. Dans un milieu, zoné en cuvette et très hétérogène, cette méthode a été préférée à un échantillonnage au hasard. Les dénombrements ont été répétés le long du même transect sur 5 ans : 10-21 août 1988 (après les foins) ; 10-11 juin 1989 ; 22-23 juin 1990 ; 1-10 juin 1991 (traitements anti-acridiens, pas d'observations) ; 1-8 juillet 1992 ; 25-30 juin 1993 (avant les foins et la transhumance).

En août 1988, les pontes ont été recherchées. L'échantillonnage a consisté à décaper des carrés de 25 cm x 25 cm de sol sur une profondeur de 5 cm. Trente-deux prélèvements ont été faits au hasard sur les terrasses des parcs à moutons, plus 16 relevés sur les pentes en bordure des champs cultivés. Les oothèques ont été classées en trois catégories en fonction de leur taille et de leur forme : *Dociostaurus maroccanus* (oothèques courtes et incurvées), *Calliptamus wattenwyllyianus* (oothèques grandes et dures) ; divers (petites oothèques, pour l'essentiel de *Dociostaurus jagoi*).

RÉSULTATS

STRUCTURE DE LA COMMUNAUTÉ D'ACRIDIENS

Dix huit espèces de Pamphagidés et d'Acrididés ont été collectées dans l'Azib (Tab. III). Selon les observations du Centre Anti Acridien les éclosions ont lieu en mai ; les premiers adultes apparaissent habituellement à la mi-juin ; la ponte commence début juillet et se poursuit jusqu'aux premiers froids de septembre. Le développement juvénile et le début des pontes ont donc lieu avant la transhumance et de ce fait ne sont pas perturbés par les troupeaux.

Distribution spatiale

La distribution des Orthoptères le long du transect, montre un choix sélectif des habitats, zonés autour de la dépression et une constance des habitats selon les espèces (Fig. 2).

— *Dociostaurus jagoi* et *C. wattenwyllianus* sont des acridiens géophiles. Ils occupent les terrasses des parcs à moutons et envahissent la prairie après la fauche. En été on retrouve ces acridiens en très faible densité sur toute l'étendue de l'Azib.

— *C. wattenwyllianus* et *Oedaleus decorus* sont également présents, en petit nombre, dans les cultures irriguées. Aucun comptage n'a été effectué dans ces milieux sensibles.

— *Chorthippus jucundus* est inféodé aux prairies humides en altitude. Il est sélectif vis-à-vis de son habitat et ne quitte pas l'Agdal.

— *Chorthippus biguttulus maroccanus** est euryèce ; jeunes et adultes ont été trouvés sur toute la longueur du transect. Au début de l'été des jeunes sont présents avec le Criquet marocain sur les parcs à mouton puis les imagos se concentrent dans la prairie en août. Les densités de *Chorthippus* ont augmenté de 1989 à 1993 malgré le traitement anti-acridien de 1991 (Tab. IV, Fig. 2) et ont probablement profité des déficits pluviométriques de ces hivers (Tab. I).

— *D. maroccanus* n'a pas grégarisé durant les 5 années d'observation. Le traitement préventif de 1991 a réduit une population qui est restée constamment en dessous de son seuil de grégarisation (30 individus/m²).

Sites de ponte

C. wattenwyllianus et *D. maroccanus* pondent sur les terrasses des parcs à moutons. Le sol y est caillouteux, sableux et devient poudreux quand il est sec. La densité moyenne de ponte en 1988 était de 77 oothèques/m². Dont un fort taux de pontes détruites par des larves de diptères et de coléoptères (37 % pour *D. maroccanus*). La distribution des pontes est contagieuse ($S^2 > X$) (Tab. V). Il n'y avait pas d'oothèques dans 19 % des prélèvements alors que 50 % en contenait plus de 3, (maximum = 21 oothèques/0,06 m²). Les oothèques ont été fréquem-

* Pourrait être une espèce à part entière : *Chorthippus maroccanus*, si l'on se réfère au chant des mâles. Cf. RAGGE, D.R., REYNOLDS, W.J., & WILLEMSE, F. (1990). *Bol. San. Veg. Plagas (Fuera de serie)* 20 : 239-245.

TABLEAU III

Liste des Acridiens et prédateurs associés collectés dans l'Azib d'Aït Maghlif
(Massif du Siroua, 2 300 m).

	Pentes	Prairie	Terrasses des parcs moutons
Pamphagidae			
<i>Euryparyphes montanus</i> Werner	+		
<i>Paracinipe alticola</i> (Werner)	+		
<i>Pseudoglaucia terrea</i> (Bol.)	+		
Acrididae			
<i>Calliptamus barbarus</i> Costa	+		
<i>Calliptamus wattenwyllianus</i> Pant.	+		++
<i>Amismizia puppa</i> Bol.	+		
<i>Pezotettix giornai</i> Rossi	+		
<i>Oedaleus decorus</i> Germ.	+	+	+
<i>Oedipoda coerulea</i> L.	+		
<i>Sphingonotus lucasi</i> Sauss	+		
<i>Sphingonotus rubescens</i> Walk.	+		
<i>Chorthippus biguttulus maroccanus</i> Nadig	+	++	+
<i>Chorthippus jucundus</i> Fisch.		++	
<i>Dociostaurus dantini</i> Bol.	+		+
<i>Dociostaurus jagoi</i> Solt.	+		++
<i>Dociostaurus maroccanus</i> Thunb.	+		++
<i>Euchorthippus albolineatus</i> Luc.		+	
<i>Stenobothrus palpalis</i> Uv.		+	
Prédateurs d'Acridiens			
Orthoptera Tettigoniidae			
<i>Platycleis affinis</i> Fieb.	+	+	+
<i>Pteropleurus</i> sp.	+		+
<i>Eugaster nigripes</i> Chop.	+		+
Oiseaux			
<i>Pyrhacorax pyrrhacorax docilis</i> Gm.	+	+	+
<i>Falco naumanni</i> Fleicher	+	+	
<i>Alectoris barbara</i> (Bonaterre)	+		
<i>Coturnix coturnix</i> L.		+	
<i>Upupa epops</i> L.	+		
Prédateurs d'oothèques			
Coleoptera Meloidae			
<i>Mylabris hirtipennis</i> (Raffray)		+	
<i>Mylabris djebelina</i> (Pic)		+	
<i>Mylabris schreibersi</i> (Reiche)			
<i>Mylabris tricincta nigrosuturata</i> (Escalera)		+	
<i>Hycleus silbermanni</i> (Chevrolat)		+	
<i>Actenodia distincta</i> (Chevrolat)		+	

ment trouvées contre les racines déchaussées des Graminées *Poa bulbosa* et *Dasyphyrum hordeaceum*. Nous avons recherché dans l'Agdal, d'autres sites de ponte possibles.

10-21 août 1988

-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>Adultes</u>
-	-	1	2	-	-	-	-	4	4	7	7	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>D. maroccanus</i>
-	-	2	2	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>D. jagoi</i>
-	2	1	1	-	-	1	1	1	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>C. wattenwyl.</i>
-	3	-	-	-	-	3	2	4	3	2	6	15	1	-	1	-	-	-	-	-	-	<i>O. decorus</i>
-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Ch. biguttulus</i>
																						<i>Ch. jucundus</i>

10-11 juin 1989

-	1	3	2	-	-	-	-	-	2	2	4	6	7	17	2	-	-	-	-	-	-	-	<u>Juveniles</u>
-	3	5	-	-	-	-	-	-	-	2	8	7	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	<i>D. maroccanus</i>
-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	6	7	1	9	40	15	-	-	-	-	-	-	-	<i>D. jagoi</i>
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>C. wattenwyl.</i>
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>O. decorus</i>
-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Ch. biguttulus</i>
5	13	1	-	-	-	2	-	3	3	-	2	1	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>Adultes</u>
-	-	2	-	-	-	1	6	2	6	8	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Ch. biguttulus</i>
																							<i>Ch. jucundus</i>

1-8 juillet 1992

1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	6	10	5	6	4	-	-	-	-	-	-	-	<u>Adultes</u>
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>D. maroccanus</i>
-	4	1	4	-	-	-	-	-	1	5	1	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>D. jagoi</i>
-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	2	3	-	-	-	-	-	-	-	<i>D. dantini</i>
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	<i>C. wattenwyl.</i>
1	1	3	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>O. decorus</i>
-	-	-	-	-	-	100	31	11	34	18	48	158	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Ch. biguttulus</i>
						16	7	37	62	87	26	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Ch. jucundus</i>

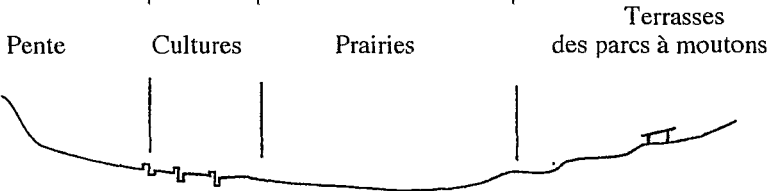


Figure 2. — Comparaison avant et après la fenaison fin juillet de la distribution des Acridiens. Echantillonnage tous les dix pas avec un biocénomètre de 1 m². Le transect coupe la dépression humide (voir Fig. 1).

Une oothèque a été trouvée dans un prélèvement sur huit sur les banquettes des terrasses irriguées et aucune oothèque dans huit prélèvements sur une pente représentative des pâturages à *Poa bulbosa*.

LES PRÉDATEURS

Le Crave à bec rouge (*Pyrrhocorax pyrrhocorax docilis*) (Tab. III) chasse en groupes d'une centaine d'individus et déterrent les oothèques. Deux de ces

TABLEAU IV

Densité au m² de *Dociostaurus maroccanus* (D. m.) et *Chorthippus biguttulus* (C.) le long du transect. Les échantillonnages ont été faits avant la transhumance le 28 juillet et la fauche de la prairie.

	Pente		Prairie		Terrasses des bergeries	
	D. m.	C.	D. m.	C.	D. m.	C.
10-11 juin 89	1,0	3,2	0	1,0	5,9	2,6
22-23 juin 90	0,2	2,3	0,2	25,0	3,6	1,3
1-10 juin 91*						
1-8 juillet 92	0,08	4,4	0	58,6	2,6	3,4
25-30 juin 93	0	0,5	0	54,9	1,1	12,0

* Traitement contre le criquet marocain sur les terrasses, pas d'observations.

TABLEAU V

Densité d'oothèques sur les terrasses des bergeries : moyenne \pm E. S. Unité d'échantillonnage 25 x 25 cm (n= 32).

Espèces	Nbre d'oothèques/ prélèvements	Oothèques/m ²	% d'oothèques prédâtées
<i>D. maroccanus</i>	1,34 \pm 0,4	21	37,2 %
<i>C. wattenwyllianus</i>	1,25 \pm 0,4	20	?
Autres	2,22 \pm 0,8	36	12,7 \pm %
Total	4,8 \pm 0,9	77	

Corvidés, capturés, avaient le jabot rempli d'Acridiens et l'un d'eux avait 4 oothèques de *D. maroccanus* dans le gésier. Le Faucon crécerellette (*Falco naumanni*), régulièrement observé dans l'Agdal, chasse *Oedaleus decorus* et *D. maroccanus*.

Platycleis affinis et *Steropleurus algericus*, Tettigoniidés réputés omnivores, peuvent être occasionnellement prédateurs d'acridiens. Ils ont surtout été abondants en 1992 sur le transect ($\bar{X} = 1,6$ m²), probablement en relation avec l'augmentation des densités de criquets dans la prairie.

Six espèces de Méloïdes, prédateurs d'œufs d'Acridiens, plus une connue pour être parasite d'Apoidea (*Zonitis ruficollis* (Frivaldsky)) ont été capturées sur les Astéracées en fleurs de la prairie (Mantiscalca, Catananches) et Armérie. *Mylabris djebelina* et *Mylabris tricincta nigrosuturata* étaient les espèces les plus abondantes (20 et 56 % sur un total de 110 individus capturés). Les larves de Méloïdes dévorent les œufs de criquets et se nymphosent dans, ou sous, les oothèques vidées (Paoli, 1937). Larves et nymphes ont été trouvées dans les

oothèques du site de ponte. D'autres insectes prédateurs ou parasites ont également été capturés sur le site (Bombylides et Asilides, Sphéigidés et Ichneumonidés).

DISCUSSION

ASPECTS FONCTIONNELS DU SITE DE GRÉGARISATION

Trois des 18 espèces d'Acridiens et Pamphagidés collectées (*Docioptaurus maroccanus*, *Calliptamus wattenwyllianus* et *Oedaleus decorus*) sont économiquement importantes.

Les 3 000 ha de pâturages à *Poa bulbosa* et armoises de l'Azib correspondent bien à l'habitat du Criquet marocain tel qu'il est décrit par les auteurs. La grégarisation du Criquet marocain ne se réalise que sur une petite partie de l'Azib : les 2 ha de terrasses des parcs à moutons à partir desquels une pullulation non contrôlée peut se propager. Ce fut le cas des Azibs d'Aït Qualla et d'Aït Slimane, voisins de l'Azib Aït Maghlif, où plus de 2 000 ha ont été traités en 1990 et 1991. Des interactions à fortes densités entre espèces d'écologies voisines peuvent contribuer à réguler les populations sur le site d'Anmid. Evans (1995) a montré que sur quatre espèces d'Acridiens en compétition et traitées avec un carbaryl, une espèce profite de l'élimination des compétiteurs et augmente ses densités l'année suivant le traitement. L'augmentation constatée des *Chorthippus* en 1992 après traitement pourrait résulter de telles interactions.

Le maintien du foyer de grégarisation

— La topographie en cuvette du site crée un gradient d'humidité du sol, abrupt sur quelques mètres, limitant l'ampleur des déplacements intra-stationnels des criquets. Les sites de ponte sont à proximité immédiate des sites alimentaires, comme l'avait observé Ben Halima (1983) dans les dolines de la Gada de Debdou.

— Les annuelles et les pérennes des parcs à moutons jouent des rôles complémentaires. Au commencement de la saison les jeunes se nourrissent d'annuelles telles que *Erodium triangulare* (Forsk.) et *Hordeum murinum* L., alors que, pendant l'été, se sont les plantes succulentes qui sont recherchées pour leur contenu en eau (*Scorzonera pygmaea* Sibth. et Sm.) (Ben Halima *et al.*, 1984, 1985). Les oothèques sont fréquemment déposées contre les racines des Graminées pérennes, déchaussées par le piétinement. Merton (1959) a montré que la micro-topographie du sol et de la mosaïque de plantes sont des éléments déterminants pour le choix du site de ponte.

— L'installation des pasteurs en bordure de l'Agdal a des conséquences allant au delà d'une dégradation des pâturages. En particulier le calendrier des activités pastorales influence la dynamique des populations acridiennes. Les Acridiens éclosent dans un environnement non perturbé par les moutons et à l'abri des prédateurs jusqu'à ce que les foins soient coupés. La transhumance le 28 juillet, en période d'oviposition, modifie l'espace disponible et induit de nouvelles contraintes, en particulier dues au stationnement des moutons sur les parcs. En contrepartie, la fauche de la prairie permet aux acridiens géophiles (*Docioptaurus*, *Calliptamus*) d'utiliser dans le bas fond humide ce qui reste de végétation verte.

Contrôle du Criquet marocain

Les oiseaux insectivores et les Méloïdes qui ont détruit plus d'un tiers des oothèques en 1988 ont un rôle régulateur certain. Le Crave est connu pour être essentiellement insectivore, avec une prédilection pour les criquets (Madon, 1928 ; Goodwin, 1976 ; Géroutet, 1980). Cowdy (1962) avait déjà souligné le lien entre l'érosion due aux moutons et les terrains de chasse des Craves. Mais sa capacité à déterrer et ingérer les oothèques n'avait pas été auparavant observée. L'aire de répartition des Craves (Dement'ev & Gladkov, 1970 ; Coombs, 1978) a une ressemblance frappante avec celle de *D. maroccanus* dans les régions méditerranéennes. Ceci pourrait être plus qu'une coïncidence.

Les traitements pesticides antiacridiens sur l'Agdal d'Anmid ont un effet limité sur la faune auxiliaire pour deux raisons :

— Il a été possible, par des surveillances régulières et annuelles, de limiter en surface les traitements avant que les Criquets marocains n'aient pullulé.

— La structure spatiale des populations de criquets permet de traiter sélectivement en épargnant les populations prairiales qui constitue une source de nourriture pour les oiseaux et les oophages. Ceci évite une rupture d'équilibre de la structure trophique de la communauté.

REMERCIEMENTS

Le programme a été financé par le Département M.A.A. de l'ORSTOM et le Département de Lutte Biologique de l'INRA. Nous remercions T. Ben Halima pour les facilités de terrain ; L. Casset, B. Defaut, M. Donskoff, C. Amedegnato, J. Mathez, S. Puech pour les identifications.

RÉSUMÉ

Un foyer de grégarisation de *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.) a été étudié au cours de cinq missions annuelles (1988-1993). Le site d'étude est un pâturage d'altitude dans l'Anti-Atlas (2 300 m) où les troupeaux estivent. Sur les 2 850 ha de pâturages à *Poa bulbosa* le nombre de moutons et de chèvres a été estimé à 7 200 têtes (une tête pour 0,4 ha).

Les Acridiens (18 espèces) et leurs prédateurs (14 espèces d'insectes et oiseaux) sont cantonnés autour d'une prairie de fauche et des cultures irriguées (55 ha). Le site de ponte du Criquet marocain est sur un parc à moutons de 2 hectares. La densité moyenne d'oothèques est de 77/m², dont 37 % sont détruites par des larves de Coléoptères (Méloïdes) et des larves de Diptères. *Falco naumanni* Fleicher et *Pyrhocorax pyrrhocorax docilis* Gm. sont des prédateurs de criquets, importants sur le site. Les Craves à bec rouge ont été observés déterrant les oothèques pour les manger.

Il est connu que les moutons créent les conditions favorables à la grégarisation du Criquet marocain. Nous montrons que le strict calendrier des activités pastorales influence aussi la dynamique des populations acridiennes : les éclosions

ont lieu en mai dans un milieu non perturbé par les moutons et à l'abri des prédateurs jusqu'à la fenaison. La transhumance le 28 juillet, en pleine saison de ponte, modifie l'espace et les ressources trophiques disponibles.

Mots-clés : *Docioctaurus maroccanus*, Orthoptères, *Pyrrhocorax*, pâturages, pastoralisme.

SUMMARY

A gregarisation site of *Docioctaurus maroccanus* (Thunb.) was studied during five annual surveys (1988-1993). The study site is on a high altitude pasture (2 300 m) in the Anti-Atlas mountains where flocks graze during the summer season. On the 2 850 ha *Poa bulbosa*'s pasture the number of sheep and goats was estimated at 7 200 heads (one head per 0.4 ha).

Acrididae (18 species) and their predators (14 insects and birds species) are settled around a mow meadow and irrigated cultures (55 ha). The breeding site of the Moroccan Locust is on the 2 hectares of sheep-fold. The mean density of locusts egg pods was 77/m², of which 37 % was destroyed by Coleoptera larvae (Meloidea) and Diptera larvae. *Falco naumanni* Fleicher and *Pyrrhocorax pyrrhocorax docilis* Gm. are important locust predators on the site. Choughs were observed probing repeatedly in the soil to unearth egg pods and eat them.

It is known that sheep create the conditions suitable for the Moroccan Locust to gregarise. We demonstrate that the strict time table of pastoral events also influences the acridid population dynamics : young hoppers hatch in May into an environment free from sheep disturbance and sheltered from predators until the hay is cut. Transhumance on the 28th July, in the middle of the laying season, modifies space and food available to the Acrididae.

Key words : *Docioctaurus maroccanus*, Acrididae, *Pyrrhocorax*, pastures, pastoralism.

RÉFÉRENCES

- BARBERO, M., BONIN, G. & QUEZEL, P. (1971). — Signification bioclimatique des pelouses écorchées sur les montagnes du pourtour méditerranéen. Leurs relations avec les forêts d'altitude. *Colloque Milieux Naturels Supraforestiers du Bassin occidental méditerranéen* (1971) Perpignan F. pp. 17-56.
- BARBERO, M., BONIN, G. & QUEZEL, P. (1975). — Les pelouses écorchées des montagnes circum-méditerranéennes. *Phytocænologia*, 1 : 427-459.
- BEN HALIMA, T. (1983). — *Etude expérimentale de la niche trophique de Docioctaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) en phase solitaire au Maroc. Thèse Docteur Ingénieur, Université Paris Sud Orsay F, 178 pp.
- BEN HALIMA, T., GILLON, Y. & LOUVEAUX, A. (1984). — Utilisation des ressources trophiques par *Docioctaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) (Orthopt. : Acrididae). Choix des espèces consommées en fonction de leur valeur nutritive. *Acta Oecologica Oecol. Gen.*, 5 : 383-406.
- BEN HALIMA, T., GILLON, Y. & LOUVEAUX, A. (1985). — Spécialisation trophique individuelle dans une population de *Docioctaurus maroccanus* (Orthopt. : Acrididae). *Acta Oecologica Oecol. Gen.*, 6 : 17-24.
- CHOPARD, L. (1943). — *Faune de l'Empire français. Vol. I. Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord*. Librairie Larose, Paris.
- COOMBS, F. (1978). — *The Crows. A study of the Corvids of Europe*. B.T. Batsford Ltd., London.

- COWDY, S. (1962). — Post fledging behaviour of Choughs on Bardsey island. *British Birds*, 55 : 229-233.
- DEFAUT, B. (1987). — *Recherches cénotiques et bioclimatiques sur les Orthoptères en région ouest paléarctique*. Thèse d'Etat, Université Paul Sabatier, Toulouse F.
- DEMENTEV, G.P. & GLADKOV, N.A. (Eds) (1970). — *Birds of the Soviet Union*. Israel program for Scientific translation, 957 pp. Jerusalem.
- EMBERGER, L. (1939). — Aperçu général sur la végétation du Maroc. *Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule. Stiftung. Rubel*, Zürich, 14 : 40-157.
- EVANS, E.W. (1995). — Interactions among grasshoppers (Orthoptera : Acrididae) in intermountain grassland of western North America. *Oikos*, 73 : 73-78.
- GÉROUDET, P. (1980). — *Les Passereaux I. Du Coucou aux Corvidés*. Delachaux & Niestlé, Neuchâtel.
- GOODWIN, D. (1976). — *Crows of the world*. Cornell Univ. Press.
- GUEGUEN-GENEST, M.C. & GUEGUEN, A. (1987). — Effet du pâturage ovin sur la dynamique de population du criquet de Sibérie *Gomphocerus sibericus* Finot Orthoptère Acrididae dans une formation pâturée d'altitude. *C.R. Acad. Sc. Paris, Série III*, 304 : 443-446.
- KÜNCKEL D'HERCULAIS, J. (1893). — *Invasion des acridiens vulgo sauterelles en Algérie*. T. II, Giralt Imp., Alger.
- LOUVEAUX, A. & GILLON, Y. (1986). — Pullulations d'acridiens en France. *L'Entomologiste*, 42 : 283-287.
- LOUVEAUX, A. & BEN HALIMA, T. (1987). — Catalogue des Orthoptères Acridoidea d'Afrique du nord-ouest. *Bul. Soc. Ent. France*, 91 : 73-88.
- MADON, P. (1928). — *Les Corvidae d'Europe. Leur régime*. Mém. Soc. Ornith. Mamm. France, Paris, 257 pp.
- MAIRE, R. (1933). — La végétation de l'Anti-Atlas oriental et Djebel Bani. *Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc*, XIII : 156-164.
- MERTON, L.F.H. (1959). — Studies on the ecology of the Moroccan Locust (*Doclostaurus maroccanus* Thunberg) in Cyprus. *Anti-Locust Bull.*, 34 : 1-123.
- MICHALET, P. (1991). — Nouvelle synthèse bioclimatique des milieux méditerranéens. Application au Maroc septentrional. *Revue Ecologie Alpine Grenoble*, 1 : 59-80.
- PAOLI, G. (1937). — Note sulla biologia e sulla filogenesi dei Meloidi (Coleoptera). *Memorie della Societa entomologica italiana*, XVI : 71-96.
- PASQUIER, R. (1950). — Observation sur la lutte rationnelle contre le Criquet marocain. *Ann. Soc. Ent. France*. (N.S.), 3 : 3-30.
- PELTIER, J.P. (1982). — *La végétation du bassin versant de l'oued Souss (Maroc)*. Thèse Docteur ès sciences, Université Grenoble I, Grenoble F.
- PELTIER J.P. & RIVER, J. (1974). — Introduction à l'étude géomorphologique et géobotanique du Massif du Siroua. *Travaux R.C.P.*, 249 : 159-174.
- QUEZEL, P. (1971). — *La haute montagne méditerranéenne. Signification phytosociologique générale*. Colloque interdisciplinaire sur les milieux naturels supra-forestiers des montagnes du bassin occidental de la Méditerranée. Soc. Bot. France, 5-6 février 1971 Perpignan, pp. 1-15.
- SKAF, R.M. (1972). — *Le Criquet marocain Doclostaurus maroccanus Thunberg au Proche-Orient et sa grégarisation sous l'influence de l'homme*. Thèse de Docteur Ingénieur. Université Paris VI, F.
- UVAROV, B. (1977). — *Grasshoppers and Locusts Vol II*, COPR Publisher, London.
- VAN WINGERDEN, W.K.R.E., MUSTERS, J.C.M., KLEUKERS, R.M.J.C., BONGERS, W. & VAN BIEZEN, J.B. (1991). — The influence of cattle grazing intensity on grasshopper abundance (Orthoptera : Acrididae). *Proc. Exper. & Appl. Entomol., N.E.V. Amsterdam*, 2 : 28-34.
- WELCH, J.L., REDAK, R. & KONDRATIEFF, C. (1991). — Effect of cattle grazing on the density and species of grasshoppers (Orthoptera : Acrididae) of the Central plains experimental range, Colorado : a reassessment after two decades. *J. Kansas Ent. Soc.*, 64 : 337-343.