

Etude des capacités des déplacements des acridiens à Al-Azaghar (Moyen Atlas, Maroc)

Rokia MOKHLESSE¹, Abderrahim LAZRAQ¹, Amal AZOUZI¹,
Daniel PETIT² & Lahsen EL GHADRAOUI¹

1. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Biologie, Route d'Imouzzer 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, France.

Résumé. Dans le site Al-Azaghar situé dans le Moyen Atlas, la période d'apparition des acridiens *Sphingonotus rubescens*, *S. lucasi*, *S. azurescens*, *S. finotianus*, *Oedipoda miniata* *O. fuscocincta* et *Calliptamus barbarus* s'étend de mai à novembre inclus. L'étude des capacités des déplacements des acridiens adultes au moyen de quatre types de stimuli montre qu'elles sont relativement plus importantes chez les mâles que chez les femelles, et que le dimorphisme sexuel semble d'une grande importance dans la mobilité de ces insectes. Les individus qui sont aptes à effectuer des sauts importants sont ceux qui parcourent les plus grandes distances et persistent plus sur le terrain. En outre, ceux qui montrent de faibles activités vis-à-vis des stimuli simulant des prédateurs seraient moins aptes à s'échapper à leurs ennemis.

Mots clés : Acridiens, capacités de déplacement, Al-Azaghar, Moyen Atlas, Maroc.

Study of the displacement capacities of Acridians at Al-Azaghar (Middle Atlas, Morocco).

Abstract. In the Al-Azaghar site, located in the Middle Atlas [Fig. 1], the appearance period of grasshoppers *Sphingonotus rubescens*, *S. lucasi*, *S. azurescens*, *S. finotianus*, *Oedipoda miniata* *O. fuscocincta* et *Calliptamus barbarus* spreads from May to November included [Fig. 2]. The study of the displacement capacities of the adults using four types of increasing stimuli simulating an attempt of capture by predators [S1 to S4; Fig. 3: length of jumps vs. type of stimulus] shows that they are relatively more important in males than in females [Fig. 4], and that sexual dimorphism seems to have a great importance in the mobility of these insects. Individuals that are able to accomplish long jumps are those who cover large distances and persist more in the field. Besides, those that show weak activities with respect to stimuli simulating predators would be less capable to escape from their enemies.

Key words: Acridians, capacity of displacement, Al-Azaghar, Middle Atlas, Morocco.

INTRODUCTION

Le site Al-Azaghar (Moyen Atlas) est l'un des foyers grégaires du criquet marocain *Doclostaurus maroccanus* (El Ghadraoui *et al.* 2003). La répartition et la mobilité de cette espèce ont été largement étudiées (El Ghadraoui 2002); ainsi, les criquets adultes, dans leur phase solitaire, assurent des dispersions d'ampleur limitée correspondant aux activités de l'insecte au sein de son habitat permanent. Ils effectuent des mouvements qui sont généralement désordonnés ou peu orientés, permettant la recherche d'un lieu de ponte ou de prise de nourriture. Par contre, dans leur phase grégaire, ils effectuent des déplacements sur de longues distances.

Dans ce site, plusieurs autres espèces acridiennes partagent le même habitat avec *Doclostaurus maroccanus*; cependant, leur bioécologie n'a jamais été étudiée jusqu'à présent. Nous nous proposons d'explorer les capacités de déplacement de ces différentes espèces acridiennes rencontrées dans le site Al-Azaghar afin de comparer leurs capacités de dispersion et leurs aptitudes réactionnelles vis-à-vis de différents stimuli externes. Ainsi, en raison de la difficulté de l'étude des déplacements spontanés des individus adultes, nous avons choisi de provoquer une fuite de l'animal par un stimulus simulant des prédateurs.

Parallèlement, nous avons mené un suivi de l'apparition et de la persistance des individus adultes, dans la station d'étude. Ceci nous permettra de mettre en relation la durée de leur présence sur le terrain avec leur capacité de déplacement.

MATERIEL ET METHODES

Espèces étudiées

Notre étude porte sur les espèces rencontrées dans le site Al-Azaghar dans le Moyen-Atlas; celui-ci, se situe à la transition de Tazouta et Skoura (Fig. 1), à Aït-Chaïb (4°34' W, 33°38' N). Il est caractérisé par un bioclimat de type semi-aride froid (Labhar 1998), un sol caillouteux et une végétation mosaïque. Ces espèces appartiennent aux deux sous-familles: les Oedipodinae (*Sphingonotus rubescens*, *S. lucasi*, *S. azurescens*, *S. finotianus*, *Oedipoda miniata* *O. fuscocincta*) et les Calliptaminae (*Calliptamus barbarus*).

Etude de la répartition des acridiens

Nous avons suivi l'apparition des individus adultes dans la station d'étude, pour une période allant du mois de mai jusqu'en novembre de l'année 2004. Le dénombrement des adultes est réalisé en utilisant une méthode proche du comptage à vue pour la capture des acridiens ravageurs (Ben Halima 1983). Celle-ci, largement utilisée pour l'échantillonnage des acridiens (Ben Halima *et al.* 1984, Mouhim 1997, El Ghadraoui *et al.* 2003), consiste à dénombrer les criquets le long de trajets de 100 m de long et 1 m de large, séparés de 10 m.

Des carrés de 10 000 m² sont explorés une fois par quinzaine. Pour chaque carré, 10 prélèvements sont effectués. Les carrés sont choisis au hasard dans des endroits où la structure végétale est de faible hauteur et de

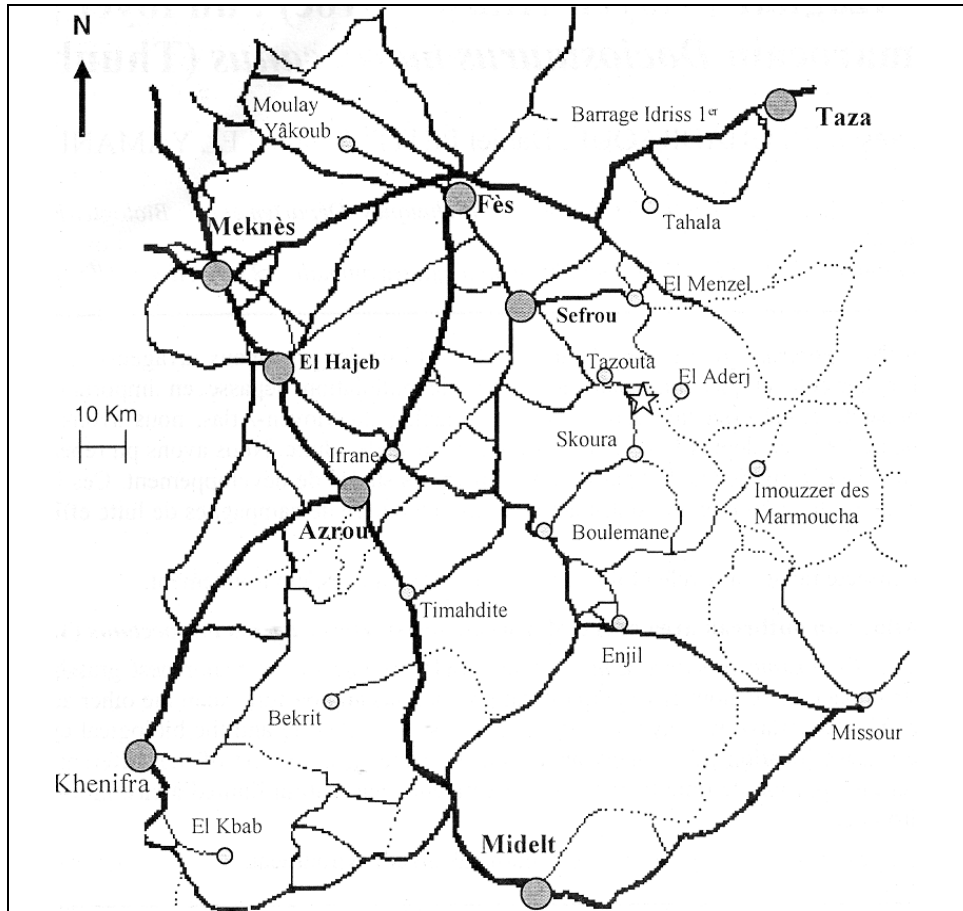


Figure 1. Localisation géographique du site Al-Azghar dans le Moyen Atlas. L'étoile correspond à la station d'étude.

recouvrement incomplet, ce qui facilite notre mode de dénombrement. A la fin de chaque étude, le nombre des différentes espèces récoltées est noté sur une fiche de terrain.

Etude des déplacements

Les déplacements des criquets adultes des différentes espèces récoltées dans le site Al-Azghar ont été étudiés pendant le mois d'août 2004. Les expériences ont été réalisées en plein air, en début de matinée (de 8 h à 10 h 30 mn) à des températures comprises entre 20° et 25 °C. A cette plage horaire, le temps est favorable pour étudier la capacité de déplacement des acridiens : ceux-ci sont assez actifs sans être trop excités, ce qui ne complique pas la poursuite des individus (Mouhim 1997, El Ghadraoui, 2002).

Nous avons fixé le nombre de 20 individus pour chaque espèce (10 mâles et 10 femelles), soit au total 140 individus étudiés. Pour éviter toute confusion dans la détermination des espèces acridiennes, notamment au stade larvaire, nous n'avons travaillé que sur les criquets adultes.

Les criquets ont été capturés individuellement et marqués sur leur pronotum par une tâche blanche de vernis. Ils ont été par la suite ramenés dans un endroit qui simule leur biotope ; il s'agit d'une prairie caractérisée par une structure végétale ayant une hauteur avoisinant 5 cm et un

recouvrement incomplet, ce qui facilite la poursuite et la surveillance de l'insecte. Chaque individu marqué est relâché dans l'endroit d'étude. La technique de marquage n'a aucun effet sur le comportement des criquets (Ben Halima 1983).

La réponse de fuite des insectes par rapport à différents stimuli a été quantifiée par la méthode de Picaud (1998) et Picaud & Petit (2007), élaborée pour les espèces acridiennes du Limousin (France). Elle consiste à déranger volontairement l'acridien par quatre stimuli différents et suivre ainsi son déplacement :

- a - Stimulus 1 : la présence de l'expérimentateur dans un rayon de 1 m est suffisante pour engendrer la réponse de fuite par le saut chez l'insecte ;
- b - Stimulus 2 : l'approche ; il faut que l'expérimentateur s'approche et fasse un mouvement vers l'insecte jusqu'à 10 cm ;
- c - Stimulus 3 : la capture simulée ; c'est un mouvement de la main qui stimule une capture de l'insecte ;
- d - Stimulus 4 : le toucher ; il faut éventuellement toucher l'insecte pour le faire bouger.

Ces stimuli sont appliqués de façon graduée du stimulus 1 au stimulus 4. Chaque fois que le criquet se pose, il est à nouveau dérangé. Ses arrêts sont repérés par des marques posées au sol afin de mesurer la distance séparant les vols

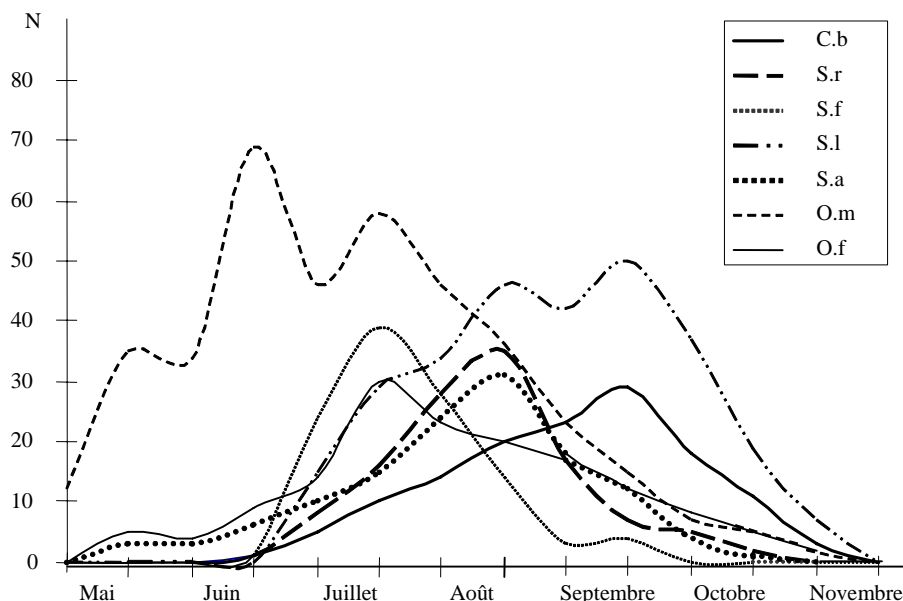


Figure 2. Représentation graphique du nombre d'individus adultes récoltés par espèce, dans le site Al-Azaghar (Moyen Atlas), en fonction du temps. S.f. : *Sphingonotus finotianus* ; S.l. : *Sphingonotus lucasi* ; S.r. : *Sphingonotus rubescens* ; S.a. : *Sphingonotus azurescens* ; C.b. : *Calliptamus barbarus* ; O.m. *Oedipoda miniata* ; O.f. : *Oedipoda fuscocincta*

ou sauts successifs. L'insecte est poursuivi jusqu'à l'absence de réaction.

La capacité des déplacements est estimée selon le type de stimulus, le sexe et l'espèce. Le nombre de sauts effectués est compté et la distance parcourue par chaque individu est mesurée. Tout individu perdu au cours de sa poursuite n'a pas été pris en considération.

Nous avons utilisé des analyses de variance pour la comparaison des distances moyennes parcourues par les adultes des différentes espèces étudiées, et à l'intérieur de chaque espèce, nous avons réalisé des analyses séparément sur la variable longueur des sauts effectués en fonction des stimuli, grâce au logiciel SYSTAT 7.0 (SPSS Inc., 1997).

RESULTATS

Apparition des espèces

Durant la période d'étude, l'apparition des acridiens dans le site diffère d'une espèce à l'autre ; ainsi, *Oedipoda miniata*, *O. fuscocincta* et *Sphingonotus azurescens* sont les premières à apparaître dans le site en début du mois de mai, suivies de *S. lucasi*, *S. rubescens*, *S. finotianus* et *Calliptamus barbarus* qui apparaissent en fin mai – début juin (Fig. 2).

Les différentes espèces n'apparaissent en leur totalité qu'à partir de la première quinzaine du mois de juin, et leur disparition progressive varie en fonction de l'espèce. Chez *Oedipoda fuscocincta* et *Sphingonotus finotianus*, elle débute fin juillet – début août suivies de *S. rubescens* et *S. azurescens* pour fin août – début septembre, et enfin, *Calliptamus barbarus* et *S. lucasi* à partir de fin septembre – début octobre pour finir fin novembre.

Les variations d'abondance de *Sphingonotus lucasi* et d'*Oedipoda miniata* montrent une forme en dents de scie,

qui peut être interprété par un déplacement des individus de part et d'autre de la station d'étude. Ces deux espèces sont les plus abondantes dans le site avec une nette dominance d'*Oedipoda miniata* (de début mai jusqu'à mi-octobre).

Réponse aux différents stimuli

La poursuite des individus dérangés des différentes espèces étudiées, montre une variation relativement importante dans la réponse engendrée par les différents stimuli utilisés. Les vols soutenus sont rares chez la plupart de ces espèces ; nous avons noté que, suite à une répétition du dérangement, chaque individu entreprend une série de sauts successifs jusqu'à son arrêt causé par la fatigue.

Au cours de cette étude, nous avons remarqué que, la plupart des individus n'effectuent que 4 ou 5 vols assez importants d'une cinquantaine de mètres au maximum, précédés et suivis de vols très courts ou de sauts avant de s'arrêter définitivement. Ces acridiens ne suivent pas une orientation définie au cours de leurs déplacements.

Les espèces étudiées peuvent être classées selon leur degré de sensibilité décroissante aux différents stimuli (Fig. 3) :

- *Oedipoda miniata* et *O. fuscocincta* sont sensibles aux différents stimuli, avec une amplitude importante pour l'approche (stimulus 2) et la capture simulée (stimulus 3) ;
- *Sphingonotus rubescens* se montre plus sensible à la présence (stimulus 1) qu'aux trois autres stimuli ;
- *Calliptamus barbarus* et *Sphingonotus finotianus* ne réagissent pas à la seule présence (stimulus 1) ;
- *Sphingonotus azurescens* et *S. lucasi* sont sensibles aux 4 stimuli et les sauts provoqués par la présence paraissent de même amplitude que ceux provoqués par l'approche, la capture simulée et le toucher (stimulus 4).

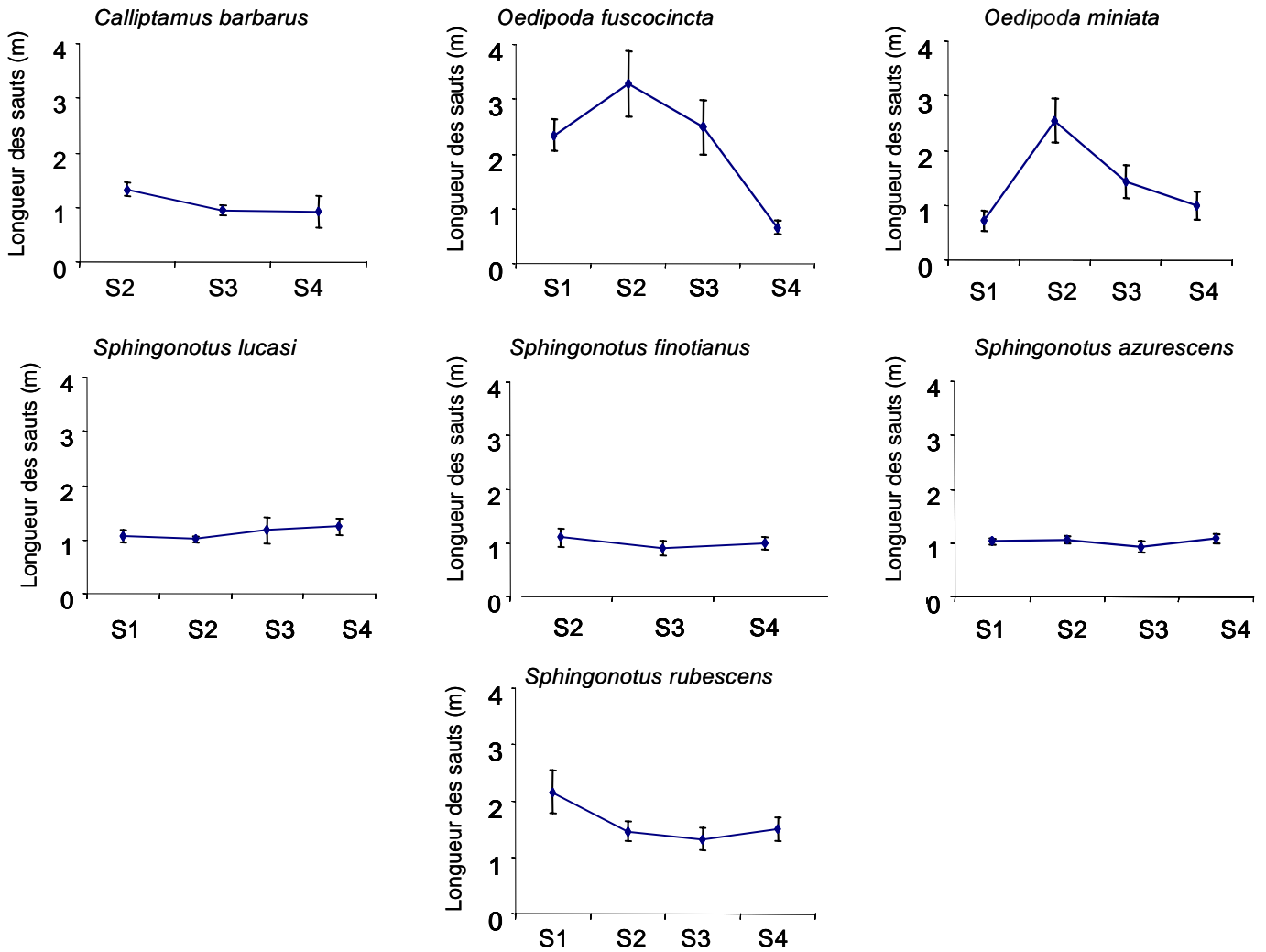


Figure 3. Variation de la longueur moyenne des sauts (en m) des différentes espèces en fonction de la nature de stimulus utilisé. S1-S4 : stimuli (cf. texte).

Comparaison des distances parcourues chez les mâles et les femelles

Les déplacements des acridiens sont relativement importants. Les mâles se caractérisent par une mobilité plus grande que les femelles (Fig. 4) ; ils sont donc relativement difficiles à poursuivre compte tenu de la rapidité de leurs mouvements et surtout de la fréquence élevée des changements de direction de leur vol ou sauts. En revanche, les femelles peuvent être facilement poursuivies jusqu'à ce qu'elles s'arrêtent définitivement. Ces dernières effectuent d'abord quelques sauts généralement inférieurs à 5 m, puis des vols soutenus de plusieurs dizaines de mètres (30 à 40 m) et terminent leurs parcours par des sauts de moins de 1 m. La distance totale parcourue par les mâles est généralement supérieure à celle des femelles.

La différence de longueur des sauts entre les mâles et les femelles, à l'avantage des mâles, apparaît nettement chez *Sphingonotus finotianus*, *S. azurescens*, *S. lucasi*, et *Calliptamus barbarus*.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

La différence existante au niveau de l'abondance des différentes espèces acridiennes étudiées peut être expliquée soit par une variable dans leur longévité ou tout simplement par une attaque plus ou moins sélective des prédateurs (oiseaux, lézards, mammifères, ou autres). Par contre, l'étendue de l'apparition d'une espèce peut être liée à une meilleure adaptation au biotope ou à une bonne fuite face aux prédateurs.

Les individus qui sont aptes à effectuer des sauts importants sont ceux qui parcourent de grandes distances, ils peuvent réussir à s'échapper aux prédateurs, et donc à persister plus sur le terrain, d'où leur présence en permanence pendant une grande période dans le site, comme par exemple *Sphingonotus rubescens* et *Oedipoda miniata*. En revanche, ceux qui montrent de faibles activités vis-à-vis des différents stimuli simulant des prédateurs, seraient moins aptes à s'échapper à leurs ennemis. Par ailleurs, les criquets cachés au cœur de la végétation sont

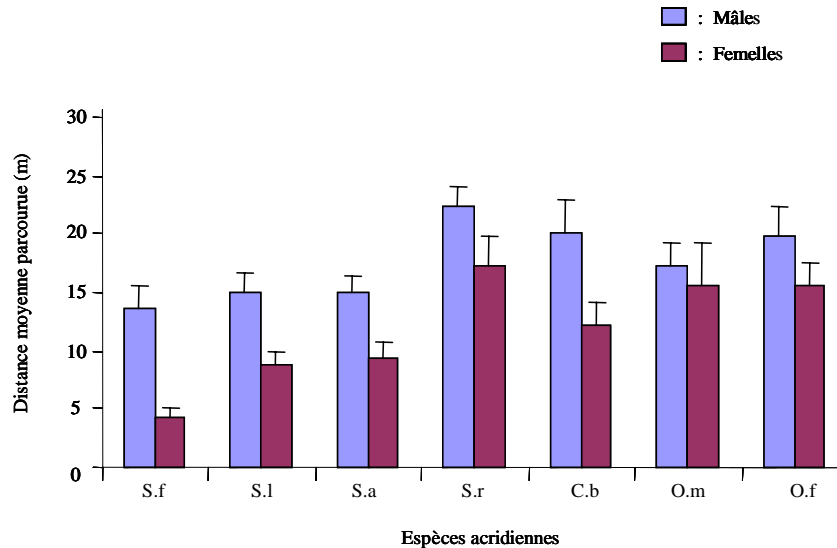


Figure 4. Distance moyenne parcourue en mètres par des adultes mâles et femelles des différentes espèces étudiées dans le site Al-Azaghar du Moyen Atlas. S.f. : *Sphingonotus fintianus* ; S.l. : *Sphingonotus lucasi* ; S.r. : *Sphingonotus rubescens* ; S.a. : *Sphingonotus azurescens* ; C.b. : *Calliptamus barbarus* ; O.m. *Oedipoda miniata* ; O.f. : *Oedipoda fuscocincta*

plus protégés des prédateurs que ceux restant visibles sur le terrain. Ceci s'ajoute au mimétisme très prononcé de ces insectes dans leur capacité à éviter la prédation.

Le dimorphisme sexuel, exprimé par des différences de poids et de taille entre les mâles et les femelles, semble être d'une grande importance dans les déplacements des criquets. Les capacités de déplacement des adultes étudiés sont plus faibles chez les femelles que chez les mâles. Les femelles sont plus rapidement fatiguées que les mâles. En outre, la limite de la distance parcourue par les femelles pourrait jouer un rôle plus important dans le maintien de la population acridienne dans une zone restreinte en particulier, pendant la période de reproduction où les femelles exercent une forte attraction sur les mâles. Ce phénomène semble d'un rôle considérable dans le regroupement des individus dans un site particulier. Ces résultats concordent avec ceux d'El Ghadraoui (2002) sur *Dociostaurus maroccanus* dans le même site et ceux de Ben Halima (1983) sur les adultes de cette même espèce dans la région d'Oujda. Ce dernier auteur a mis en évidence une corrélation entre les déplacements des femelles et leur état physiologique de reproduction. La forte activité des mâles a été également démontrée chez d'autres espèces acridiennes par d'autres chercheurs (Southwood & Waloff 1967, Gueguen 1976, et Gueguen *et al.* 1987).

Plusieurs autres facteurs peuvent influencer les déplacements de ces insectes, tels que la taille des élytres, le poids du corps, le sexe, etc. (Picaud 1998, El Ghadraoui 2002, Picaud & Petit, 2007). Les espèces qui se dispersent le mieux et qui sont les plus aptes à coloniser un site sont caractérisées par de longues ailes et des muscles développés (Picaud *et al.* 2000). En outre, le dimorphisme sexuel s'exprimant au niveau des organes de vol (élytres) retentit sur les capacités de déplacement de certaines espèces acridiennes (El Ghadraoui 2002, Petit *et al.* 2006).

La sensibilité des espèces aux différents stimuli engendre un saut volant très variable. En général, une succession de stimuli provoque la fatigue et/ou l'habituation des insectes qui sautent moins loin. Afin de mieux illustrer la variabilité du comportement locomoteur qui est l'une des principales activités des acridiens, il serait important de rechercher les caractéristiques morphologiques les plus discriminantes concernant les déplacements d'une certaine ampleur.

Remerciements

Nous adressons nos plus vifs remerciements aux évaluateurs anonymes pour leurs remarques constructives. Le financement de cette étude a été supporté par l'Orthopterist Society.

Références

- Ben Halima T. 1983. *Etude expérimentale de la niche trophique de Dociostaurus maroccanus (Thunberg, 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 *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg 1815) (Orthopt.: Acrididae). Choix des espèces consommées en fonction de leur valeur nutritive. *Acta Oecologica Generalis*, 5, 383-406.
- El Ghadraoui L. 2002. *Etudes bioécologiques du criquet marocain « Dociostaurus maroccanus » dans le site Al-Azaghar du Moyen-Atlas*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Fac. Sci. Fès. 124 p.
- El Ghadraoui L., Petit D. & El Yamani J. 2003. Le site Al-Azaghar (Moyen-Atlas, Maroc) : un foyer grégarigène du criquet marocain *Dociostaurus maroccanus* (Thunb., 1815). *Bull. Inst. Sci.*, Rabat, section Sciences de la Vie, 25, 83-88.

- Guéguen A. 1976. *Recherche sur les Orthoptères des zones de culture de basse altitude*. Thèse du 3^{ème} cycle, Université de Rennes, France, 176 p.
- Guéguen-Genest M.C. & Guéguen A. 1987. Effet du pâturage ovin sur la dynamique des populations du criquet de Sibérie *Gomphocerus sibiricus* Finot (Orthoptère Acrididae) dans une formation pâturée d'altitude. *C. R. Acad. Sci. Paris*, sér. III, 304, 443-446.
- Labhar M. 1998. *Les milieux forestiers et pré-forestiers du Moyen-Atlas central nord occidental : approche géographique, phytoécologie et dynamique*. Thèse de Doctorat d'Etat es-Lettres, Univ. Sidi Mohammed Ben Abdellah, Fac. Lettres Fès, 62 p.
- 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)*. Mém. CEA, Univ. Ibn Zohr, Fac. Sci. Agadir, 44 p.
- Petit D., Picaud F. & El Ghadraoui L. 2006. Géométrie morphologique des ailes des Acrididae (Orthoptera : Caelifera) : sexe, stridulation, caractère. *Ann. Soc. Entomol. Fr.* (N.S.) 42, 1, 63-73.
- Picaud F. 1998. *Dynamique de colonisation de haldes de mines par les insectes orthoptères*. Thèse de Doctorat, Univ. Limoges, 157 p.
- Picaud F., Bonnet E., Lenain J.F & Petit D. 2000. A morphometric approach to the significance of locomotion of acrididae in an ecological succession. *In* : Baylac M., Klingenberg C.P., Hugot J.-P. & Beaudoin R. (éds) – I Volume de morphométrie multivariable concepts, méthodes et applications. Collections du MNHN.
- Picaud F. & Petit D. 2007. Primary succession of Acrididae (Orthoptera): differences in displacement capacities in early and late colonizers of new habitats. *Acta Oecologica*, 32, 1, 59-66.
- Southwood T.R.E. & Waloff N. 1967. The experimental approach to animal ecology. *In*: Lambert J.M. (Ed.) – *Teaching of ecology*, Blackwell Scientific, Oxford, pp. 147-159.
- SPSS Inc. 1997. SYSTAT ver. 7.0, The system for statistics. SysStat Inc., Evanston, IL

*Manuscrit reçu le 27 octobre 2006
Version modifiée acceptée le 26 juin 2007*