

# Le risque acridien

Yves GILLON \*

## INTRODUCTION

La majorité des insectes ravageurs de cultures appartient à des espèces qui vivent en permanence dans la région concernée et sont plus ou moins étroitement liées aux végétaux cultivés. C'est en fonction des densités atteintes localement par leurs populations, évaluées aussi tôt que possible par les services locaux de l'agriculture, de la protection des végétaux, parfois par un système d'avertissements agricoles, mais le plus souvent par le seul cultivateur, que sont déclenchées ou non les campagnes de lutte.

Les Acridiens ravageurs, contre lesquels on est amené à défendre les récoltes, ont une dynamique plus complexe car :

— ils vivent habituellement dans la végétation naturelle, comme les espèces inoffensives,

— ils sont capables de migrations,

— leurs variations quantitatives s'accompagnent parfois de variations qualitatives, comportementales en particulier, nécessitant une distinction entre forme, dite « phase » solitaire, et phase grégaire.

Les problèmes majeurs viennent en effet de la combinaison, chez certaines espèces (dites grégariaptés ou « locustes ») des fortes densités avec un changement de comportement des individus : réunion en bandes compactes, résistance aux facteurs du milieu, déplacements synchrones à longue distance, élargissement du régime alimentaire.

Ainsi, *Doclostaurus maroccanus*, dont les dégâts sur l'orge sont connus, et qui peut être élevé au laboratoire sur cette céréale, ne la consomme pas dans les conditions habituelles tant que les densités de population du criquet restent faibles (BEN HALIMA *et al.* 1984).

Pullulations, concentrations et migrations combinent leurs effets pour faire du risque acridien un phénomène particulièrement brutal. Localement, les Acridiens peuvent être ignorés pendant des années pour devenir soudain la principale cause de dégâts. Le grand public est alors alerté par des articles de vulgarisation alarmants (LAUNOIS 1986, LESTIENNE 1986, BELLINO 1987).

---

\* Entomologiste ORSTOM, département MAA, 213 rue La Fayette, 75480 Paris Cedex 10.

Les chiffres impressionnants, repris d'un auteur à l'autre, correspondent, pour *Schistocerca gregaria*, le criquet pèlerin, à environ 40 millions d'ailés par km<sup>2</sup>, pour des « nuages » pouvant s'étendre sur 1 000 km<sup>2</sup>. Les pertes s'évaluent alors par dizaines de milliers de tonnes par jour : 167 000 t de céréales en Éthiopie lors de l'invasion de 1958. Les Acridiens migrateurs sont en effet particulièrement voraces puisqu'ils ingèrent environ l'équivalent de leur poids corporel par jour, tandis que les espèces sédentaires qui vivent sur les graminées de savane se contentent de deux fois moins (GILLON 1968, 1970).

Les valeurs extrêmes constatées au Brésil pour d'autres espèces, bien que de moindre ampleur (des centaines de « nuages » mesurant 50 x 2 km et pesant 100 tonnes) deviennent tout de même préoccupantes (Anonyme 1986).

La nécessité de prévenir ce risque majeur a donné lieu à de nombreuses recherches dont les résultats furent remarquables (UVAROV 1977). On sait maintenant prévenir la plupart des invasions acridiennes car on en connaît en partie l'origine et les modalités. La situation reste toutefois partiellement incertaine, en dehors des insuffisances du dispositif de surveillance, car on explique difficilement :

- pourquoi certaines espèces pullulent et les autres pas,
- pourquoi les conditions favorables à la reproduction d'une espèce ne provoquent pas nécessairement de pullulations.

Répondre à la première question implique de connaître les capacités reproductrices de chaque espèce suivant les conditions de milieu. Répondre à la seconde est plus complexe encore car il faut évaluer les causes de mortalité et quantifier leurs effets suivant les variations temporelles et spatiales.

Se prémunir contre le risque acridien, c'est prévoir quand et où se produiront les pullulations dans la nature. Lorsque la prévision est assez précoce, la lutte peut être menée à bien, avant l'invasion des cultures.

## QUAND ?

Les variations démographiques sont d'une part, en principe, régulières (oscillations saisonnières) et d'autre part extrêmement irrégulières (fluctuations interannuelles).

### Oscillations saisonnières

Les variations régulières concernent les cycles de reproduction. Plusieurs espèces dangereuses ne possèdent qu'une génération par an (espèces monovoltines). Elles passent la saison sèche à l'état d'œuf (*Hieroglyphus daganensis* ou *Kraussaria angulifera*), ou d'ailé immature (*Ornithacris turbida*).

À l'opposé, chez les espèces les plus à craindre en Afrique (le criquet pèlerin et *Locusta migratoria*, le criquet migrateur), il peut y avoir quatre à cinq générations successives dans l'année si les conditions écologiques s'y prêtent.

Les migrations permettent à une espèce, en suivant le déplacement des pluies qui accompagnent la convergence intertropicale, d'échapper à l'assèchement local et de réaliser plusieurs générations successives dans l'année (LECOQ 1978). Il arrive que l'on observe, suivant la zone climatique, de une à trois générations par an pour une même espèce. *Oedaleus senegalensis* illustre cet exemple. Les chevauchements de générations et les mélanges de populations à

partir des individus migrants aboutissent à des situations complexes, avec présence d'aîlés en toutes saisons, sans que l'on puisse toujours distinguer le nombre de générations. C'est le cas d'*Acrotylus patruelis*.

La « période » des oscillations démographiques dépend donc de caractéristiques propres à l'espèce (rapidité de développement, stade de résistance à la sécheresse), et des oscillations saisonnières de la convergence intertropicale. La majorité des éclosions correspond au début des pluies et les mues imaginales coïncident avec le début de saison sèche (fig. 1). Autrement dit, pour les espèces monovoltines, les développements postembryonnaires sont d'autant plus rapides que la saison des pluies est plus courte (GILLON 1983).

L'accélération de la croissance correspond obligatoirement à une augmentation corrélative de la consommation journalière. Les baisses d'effectifs par

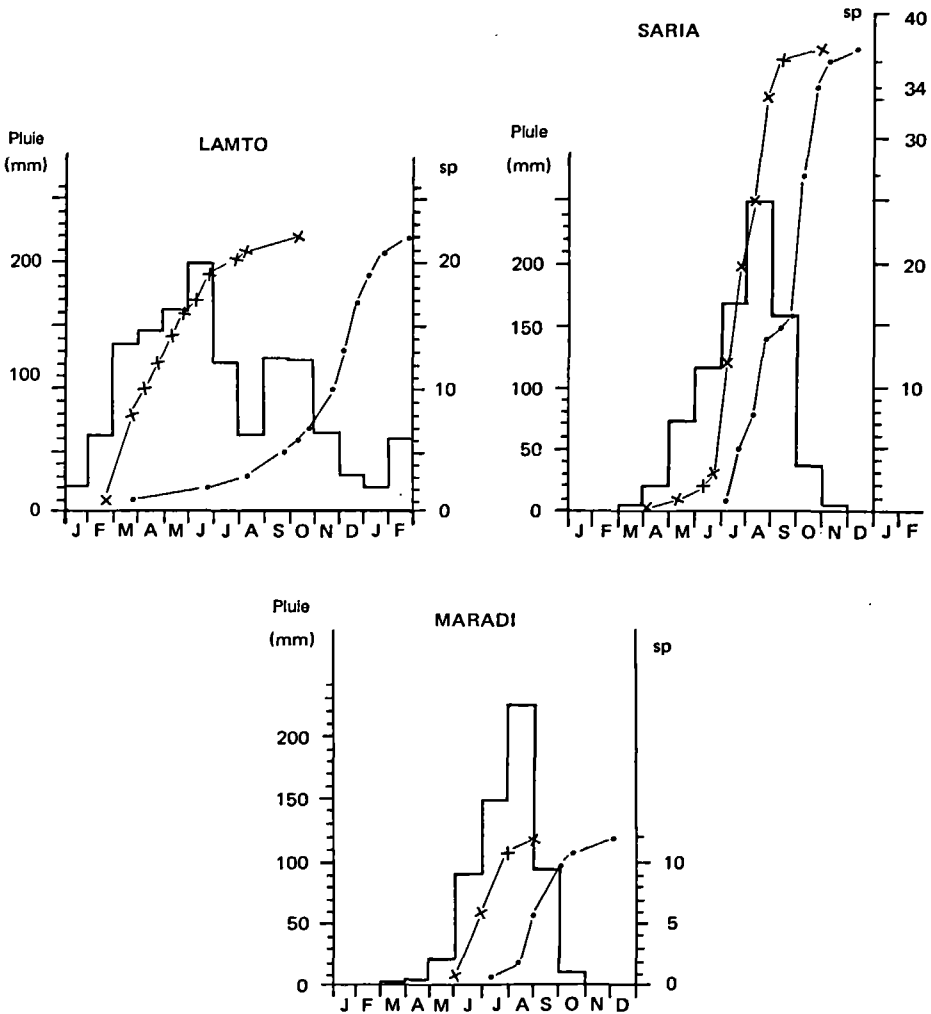


Fig. 1. - Somme du nombre d'espèces acridiennes monovoltines (sp) arrivant à l'éclosion (x) et en fin de développement (o) en fonction des pluies (mm) dans trois localités d'Afrique de l'ouest. Données ORSTOM (Lamto) et PRIFAS (Saria et Maradi), (in GILLON 1983).

mortalité dans les cohortes juvéniles ne compensent pas l'augmentation de consommation liée à l'accroissement pondéral moyen de ces jeunes (GILLON 1973). Autrement dit plus la saison avance et plus les dégâts sont considérables malgré la diminution d'effectif chez les espèces monovoltines. De plus, les individus grégaires restent en densité constante, fonction de la distance interindividuelle spécifique : ce n'est que la taille des bandes qui diminue.

En un lieu donné, le risque acridien dépend d'une part des oscillations démographiques, d'autre part des mouvements de population. D'une manière générale, plus un milieu est ouvert et plus la part due aux déplacements de populations est prépondérante. Pour l'Afrique, cette règle s'illustre, aux deux extrêmes, d'un côté par le criquet pèlerin dans le domaine subtropical désertique et, de l'autre, par les nombreuses espèces microptères et aptères de forêt dense.

Dans les savanes intermédiaires, on observe un gradient entre espèces mobiles en zones sahéliennes et espèces sédentaires en savanes guinéennes.

Autrement dit, en zone aride l'apparition des Acridiens est brutale, car elle résulte essentiellement de l'arrivée d'insectes ailés, tandis qu'en régions humides les peuplements juvéniles locaux précèdent les adultes.

En Afrique de l'Ouest, la plaine d'inondation du delta intérieur du Niger crée, sur une vaste étendue, des conditions particulières, favorables à la prolifération des Acridiens. En effet, lorsque les pluies ont cessé, le sol progressivement exondé reste humide, donc la végétation verte... et les Acridiens sexuellement actifs. Beaucoup d'espèces présentent là une génération supplémentaire.

En conclusion, ces exemples montrent l'importance primordiale du facteur hydrique dans les différentes étapes du cycle annuel des Acridiens. C'est un facteur de sélection inscrit dans le génome des espèces monovoltines, c'est aussi un facteur immédiat qui module au niveau individuel l'expression de ce caractère génétique.

### Fluctuations interannuelles

Les fluctuations irrégulières interannuelles dépendent de la fécondité des femelles et du taux de survie des descendants. Si une femelle pond 200 œufs, dont la moitié sont de sexe mâle, il faut une mortalité de 99 % avant l'âge adulte pour maintenir une population stable de cette génération à la suivante. Si la mortalité diminue de quelques pourcents seulement, le taux d'augmentation des effectifs d'une génération à l'autre sera proportionnel à cet abaissement de mortalité.

Ces phénomènes irréguliers ne sont prévisibles qu'à relativement court terme (moins d'une année), le plus souvent après les éclosions. Encore faut-il savoir reconnaître les stades jeunes des différentes espèces. Or la taxonomie et les manuels d'identification étant basée sur les insectes adultes (LAUNOIS 1979, MESTRE 1988), rares sont les travaux consacrés à la reconnaissance des stades juvéniles (GILLON 1974).

Une meilleure prédiction nécessiterait une connaissance des taux de mortalité des œufs : valeurs difficiles à obtenir en raison des problèmes d'échantillonnage dans le sol. Les résultats fragmentaires de la littérature font penser à une variabilité élevée de cette mortalité : ce qui ne fait que confirmer l'importance de ce stade en terme de prévisions.

Les fluctuations irrégulières sont, comme les oscillations saisonnières, liées aux pluies, qui agissent directement sur la physiologie des insectes (maturation, arrêts de quiescence) et indirectement par l'intermédiaire des plantes

consommées et des facteurs biotiques de mortalité (microorganismes pathogènes, parasites, prédateurs).

En zone tempérée, ce seraient les successions d'étés chauds et secs qui permettraient le déclenchement de pullulations, comme le montrent EDWARDS (1960) pour les *Melanoplus* du Saskatchewan et ALLEGUEDE (1947), FABRY (1984) et LOUVEAUX *et al.*, (1986) pour *Calliptamus italicus* en France.

Les pluies étant jusqu'à maintenant, dans les régions tropicales sèches, prédictibles quant à la saison, mais imprédictibles quant à leur quantité, il en va de même des populations acridiennes qui en dépendent.

De plus, une pluviosité donnée n'a pas toujours les mêmes conséquences à un endroit donné. Il semble que des pluies « normales », survenant après plusieurs années déficitaires provoquent la prolifération d'espèces variées (phénomène observé en zone soudano-sahélienne, sur les sauteriaux, mais aussi les iules et les rongeurs, dans les années qui ont suivi la sécheresse de 1972). Inversement, une population abondante peut, l'année suivante, retourner à une situation moyenne dans un contexte pluviométrique, lui aussi, moyen.

Deux hypothèses non exclusives peuvent expliquer ce phénomène :

— une sélection rigoureuse des plus aptes lorsque les conditions sont défavorables. Les survivants seraient donc particulièrement vigoureux et prolifères.

— une plus grande sensibilité à la sécheresse, donc une mortalité plus importante de certaines espèces prédatrices ou parasites qui, en temps normal, régulent les populations acridiennes.

Faute de disposer d'un modèle prédictif à moyen terme, et de données fiables sur la survie des œufs, c'est au moment principal des éclosions, donc au début de la saison des pluies, qu'il devient possible d'évaluer la menace des sauteriaux. Les chances de succès de la lutte sont alors optimales : stades les plus sensibles aux pesticides, élimination avant reproduction (les œufs dans le sol sont pratiquement inaccessibles par traitement chimique), intervention avant que les cultures ne soient atteintes.

Pour le criquet pèlerin, en raison de l'extrême étendue de son domaine vital, les données satellitaires sur l'enneigement, la température du sol et les indices de végétation, devraient bientôt constituer les meilleurs outils de surveillance. Cependant l'interprétation des données de la télédétection reste encore imparfaite, ne serait-ce que pour savoir où et quand il pleut, et si la végétation repérable correspond ou non à des plantes utilisables par l'insecte. De plus les bandes grégaires une fois formées peuvent migrer loin de la région où elles sont apparues. En une semaine des criquets pèlerins peuvent parcourir 1 000 km, et 5 000 km peuvent séparer les champs de pontes de deux générations successives.

La surveillance sur le terrain reste donc indispensable. Simplement les prospections seront d'autant plus efficaces que l'on améliorera la connaissance des conditions de reproduction, de grégarisation et de migration de ces ravageurs si particuliers.

Il existe une relative indépendance des fluctuations démographiques entre criquets pèlerins d'Asie, d'Afrique orientale et d'Afrique occidentale. En effet, la situation acridienne locale peut être très différente au même instant, d'un lieu à l'autre, en raison non seulement de la distribution irrégulière des précipitations, mais aussi en fonction des populations acridiennes présentes.

Une même séquence pluviométrique n'a pas obligatoirement, en un lieu

donné les mêmes conséquences sur les différents Acridiens. DIOP (1987) montre sur 4 ans à Richard Toll, au Sénégal, une augmentation de population de *Aiolopus simulator* et *A. thalassinus* en 1983 et 1984, tandis que *Oedaleus senegalensis* ne se mit à pulluler qu'en 1986. Pourtant les proliférations d'une espèce particulière s'accompagnent d'une élévation générale du niveau de peuplement des Acridiens.

Il existe donc de « bonnes » et de « mauvaises » années pour l'ensemble des criquets, liées semble-t-il, simultanément ou successivement, à d'autres ravageurs.

OÙ ?

### Biogéographie de la menace acridienne

Parler du fléau acridien, c'est parler de l'Afrique. De fait, la huitième plaie d'Égypte a donné au péril sa juste valeur dans la mémoire des peuples. Le montant des opérations de lutte en Afrique contre les acridiens est évalué aux environs de 100 millions de \$ pour 1987. Il ne faut pas, pour autant, oublier les autres continents. La menace existe, même en dehors des tropiques. Les pertes agricoles dans la province du Saskatchewan furent évaluées à 60 millions de \$ U.S. en 1985 (CARBONNEAU 1986).

Le seul criquet pèlerin ne limite d'ailleurs pas ses exploits au sol africain. Le Moyen Orient, le Pakistan, le nord de l'Inde sont soumis aussi à des déprédations. On distingue trois principales régions de reproduction, interactives en fonction des cycles de reproduction (ROFFEY et POPOV 1968) :

— Une zone de reproduction hiverno-printannière le long des côtes de la mer Rouge et du golf d'Aden, qui est le point de départ des invasions généralisées vers les autres zones de reproduction ;

— Deux zones de reproduction estivale dont l'une est au Moyen Orient et l'autre en Afrique de l'Ouest (Mauritanie, Sud Algérien, Nord Mali et Nord Niger).

L'Amérique tropicale connaît les ravages de plusieurs espèces appartenant au même genre : *S. flavofasciata* (De Geer, 1773), *S. nitens* (Thunberg, 1815) *S. pallens* (Thunberg, 1815) dans toute la zone intertropicale. *S. cancellata* (Serville, 1838) est à redouter au sud du continent latino-américain, et *S. piceifrons* en Amérique centrale. Le Brésil compte une soixantaine d'espèces capables de s'attaquer aux cultures (COPR 1982).

En Australie, une espèce ordinairement discrète, *Phaulacridium vittatum*, s'est brutalement révélée, en 1980-1981, capable de pulluler (FARROW *et al.* 1982, NICOLAS *et al.* 1985). Il a donc fallu l'ajouter à la liste des Acridiens nuisibles de ce pays, où certains provoquent fréquemment d'importants dégâts : *Chortoicetes terminifera* (Walker 1870) à l'est, *Austroicetes cruciata* (Saussure 1888) au sud. Les dégâts aux pâturages peuvent être tels que l'érosion s'en trouve augmentée (ANDREWARTHA 1939).

Il faut donc considérer que d'une part les espèces sont différentes d'un lieu à l'autre, mais que, d'autre part, certaines espèces couvrent un domaine vital extrêmement étendu. Parmi ces espèces à vaste répartition géographique, on a pu déceler des sous-espèces dont certaines sont potentiellement nuisibles et d'autres pas. Encore faut-il se méfier des conclusions hâtives. Des populations considérées comme inaptes à grégariser peuvent se « réveiller » tout à coup,

comme celles de *Locusta migratoria* dans les Landes en 1946 (ZOLOTARESKY 1947, LOUVEAUX et GILLON 1986).

On peut aussi observer des caractéristiques biologiques différentes sur un gradient climatique (latitudinal ou altitudinal) relativement continu. Des populations isolées, apparaissent adaptées à des conditions d'environnement localement différentes les unes des autres. (HUGUENY et LOUVEAUX 1986).

Le risque acridien n'est donc pratiquement absent nulle part, excepté en Polynésie, mais ses manifestations apparaissent extrêmement variables dans leur fréquence, leur intensité, leur brutalité et leur nature même suivant les continents et les régions écoclimatiques.

### Les milieux anthropisés

Les transformations de l'environnement par l'homme provoquent de profonds bouleversements dans les peuplements acridiens. La plupart des espèces, liées à des végétaux variés régressent ou disparaissent en même temps que diminue la diversité végétale.

En revanche, quelques espèces acridiennes, rares dans les conditions naturelles non perturbées, vont rencontrer sur de considérables étendues des conditions favorables à leur multiplication. Leur potentiel biotique, adapté à des conditions rares ou aléatoires, provoquera des explosions démographiques lorsque des conditions similaires (nourriture, microclimat...) se retrouvent en permanence sur de grandes étendues du fait des interventions humaines : irrigations dans le désert lybien, qui provoque des pullulations de *Locusta migratoria*, déboisements des forêts humides, qui offre à *Zonocerus variegatus* (le « criquet puant ») une considérable extension de son milieu de vie originel : chablis et lisières (COUTURIER *et al.* 1984). En zone sahélo-soudanienne, c'est *Kraussaria angulifera* qui est favorisé par la dégradation de la couverture herbeuse. De même a-t-on observé récemment des invasions de *Coscinata virens* à Trinidad ou de *Stiphra robusta* au Brésil. Au Brésil des dégâts à grande échelle sont apparus depuis 1938, le plus souvent provoqués par *Rhammatocerus pictus* et *Schistocerca pallens* (LAUNOIS 1984, Anonyme 1986). Les dégâts signalés au Pérou (Beigolea 1978), concerneraient *Schistocerca cancelata*, mais toute détermination antérieure à la révision de HARVEY (1981) des *Schistocerca* sud-américains est incertaine.

FARROW (1979) montre aussi l'importance de la transformation du milieu par l'homme (extension des pâturages) dans la prolifération de *Locusta migratoria* en Australie. Plusieurs auteurs considèrent le surpâturage comme un facteur favorisant les pullulations (SKAF 1972, HOLMES *et al.*, 1979, SHIVOMI *et al.*, 1982), ce qui tend à prouver que la disponibilité en nourriture est moins limitante pour les acridiens que la structuration de la végétation.

C'est encore l'anthropisation du milieu (extension des friches et surpâturage) qu'il faut invoquer à propos des invasions de *Dociostaurus maroccanus* (PASQUIER 1934, SKAF 1972) et de *Calliptamus italicus* en climat tempéré sec (LOUVEAUX *et al.*, 1988).

### CONCLUSIONS

Migrations et grégarisation (groupement des individus) constituent à la fois le principal danger et le principal moyen de prévention des dégâts de locustes. Principal danger car ils apparaissent du jour au lendemain en tels nombres que tout feuillage est anéanti sur leur passage, mais facteur favorable à la lutte car

le risque peut être évalué avant les premiers dégâts. On a pu reconstituer les parcours des bandes, et l'on sait maintenant qu'elles sont capables de franchir de très longues distances, en utilisant parfois plusieurs générations successives. Ainsi les populations acridiennes du Queensland se répandent, à l'occasion des dépressions atmosphériques, jusqu'au sud de l'Australie (CSIRO 1974). Actuellement les limites d'utilité de la télédétection dans le domaine de l'acridologie tiennent, à l'imprécision des indices de végétation lorsque la couverture herbacée est faible (mais suffisante pour alimenter les acridiens des zones arides), et à l'impossibilité de distinguer entre espèces végétales distinctes, dont la valeur nutritive est, pour l'insecte, très variable de l'une à l'autre (BEN HALIMA *et al.* 1984).

On sait depuis longtemps que l'eau est un facteur essentiel de la vie des Acridiens. Les œufs en particulier, n'éclosent pas et même n'achèvent par leur développement embryonnaire, s'ils ne peuvent prélever de l'eau dans le sol. Récemment, on a pu corréliser la quantité d'eau ingérée par des femelles avec leur développement ovarien (BEN HALIMA *et al.* 1983).

En conséquence, les pluies sont, directement, un élément majeur du risque acridien. Même le criquet pèlerin, espèce subdésertique, dépend étroitement des pluies, à tel point que l'amélioration des prédictions des pullulations dépend essentiellement de celle des interprétations d'observations satellitaires. La variation de distribution des pluies dans l'espace commande le succès reproducteur local des populations acridiennes comme FARROW (1979) l'a établi pour l'Australie.

Dans les zones arides, les années favorables aux cultures pluviales apparaissent donc aussi comme des années favorables aux pullulations acridiennes. On peut alors se demander pourquoi les espèces des zones arides ne vivent pas sous des climats plus humides dont les moyennes correspondent aux années les plus arrosées de ces zones arides ?

La réponse vient des autres facteurs de l'environnement, qui dépendent également des précipitations : ce sont d'une part les végétaux, d'autre part les prédateurs et parasites des Acridiens. Une pullulation est une déstabilisation démographique due à des *événements inhabituels*. S'ils deviennent habituels un nouvel équilibre se crée qui ramène les populations à un taux d'accroissement proche de zéro.

L'importance de la végétation ne tient pas seulement à la nature des plantes consommées, mais aussi à la structuration du milieu. C'est ainsi que dans une savane le peuplement acridien change avec la structure du tapis végétal, qui dépend de l'ancienneté du dernier passage d'un feu, pour une même composition floristique (GILLON 1971). Aussi faut-il interpréter les proliférations acridiennes dans les milieux secondarisés en terme de structure autant, sinon plus que de composition floristique. Une bonne appréciation des paramètres de structure permettrait un aménagement du milieu qui limiterait les risques de pullulations.

Toute amélioration de la prédiction, donc de la lutte, passe par une amélioration des connaissances des premières étapes des accroissements démographiques, accélérés par les phénomènes de densation (grégarisation). Or, en ce qui concerne le criquet pèlerin en particulier, les recherches sont menées soit en laboratoire (en élevages denses) soit en période de prolifération, lorsque les insectes (et les crédits de recherche) deviennent accessibles. Inversement, en période de récession, et en phase solitaire, l'espèce est repliée sur ses terrains les plus arides, donc difficiles d'accès, à des densités faibles peu propices à l'étude. On manque donc terriblement de connaissance sur la phase initiale des explosions démographiques et sur ses prémisses.



BIBLIOGRAPHIE

- ADLER d'(M. A.), 1978. — Les criquets reviennent. *Sciences et Avenir*, 378 : 30-37.
- ALLEGUEDE (R.), 1947. — La lutte contre le criquet italien dans les Charentes. *Rev. zool. Agric.*, Bordeaux : 45-50.
- ANDREWARTHA (H. G.), 1939. — The small plague grasshopper (*Austroicetes cruciata* Sauss.). Notes on present position in South Australia and recommendation for control measures. *J. Dep. Agric. S. Aust.*, 43 : 99-107.
- Anonyme, 1986. — A marcha dos gafanhotos. *Lavoura Arrozeira* (Brazil), 39 (366) : 23-24.
- BEIGOLEA (O. D.), 1978. — Bases ecologicas para el control racional de la langosta migratoria sudamerica *Schistocerca cancelata* (Serv.) en el Peru. *Rev. Per. Ent.*, 21 (1) : 89-95.
- BELLINO (M.), 1987. — Criquets : une « plaie » toujours menaçante ? *Naturellement*, 21 : 6-7.
- BEN HALIMA (T.), LOUVEAUX (A.), GILLON (Y.), 1983. — Rôle de l'eau de boisson sur la prise de nourriture sèche et le développement ovarien de *Locusta migratoria migratorioides*. *Ent. exp. et appl.*, 33 : 329-335.
- BEN HALIMA (T.), GILLON (Y.), LOUVEAUX (A.), 1984. — Utilisation des ressources trophiques par *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) (Orthop. : Acrididae). Choix des espèces consommées en fonction de leur valeur nutritive. *Acta Oecologica. Oecol. gener.*, 5 (4) : 383-406.
- COPR, 1982. — The locust and grasshopper agricultural manual. COPR, London, 690 p.
- COUTURIER (G.), DONSKOFF (M.), DUVIARD (D.), 1984. — Influence de la pénétration humaine sur les peuplements entomologiques en forêt de Tai (Côte d'Ivoire). II. Les peuplements acridiens. *Ann. Univ. Abidjan, séri. E. (Ecologie)*, 17 : 153-182.
- CSIRO, 1974. — On the track of the locust. Where did this summer's plague come from ? *Rural Research*, 83 : 2-6.
- DIOP (T.), 1987. — Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Acridiens dans la vallée du Sénégal. Thèse Univ. Paris VI, 152 p.
- EDWARDS (R. I.), 1960. — Relationship between grasshopper abundance and weather conditons in Saskatchewan. 1930-1958. *The Canadian entomologist*, 92 : 619-624.
- FABRY (M. H.), 1984. — Recherche des circonstances climatiques ayant favorisé les pullulations de *Calliptamus* en Poitou-Charentes. Influence du facteur climatique sur le développement des œufs. Rapport de stage. École Nationale de la météorologie, 89 p.
- FARROW (R. A.), 1979. — Causes of recent changes in the distribution and abundance of the migratory locust (*Locusta migratoria* L.) in Australia in relation to plagues. *CSIRO division of Entomolog. Report*. n° 9, 32 p.
- FARROW (R. A.), NICOLAS (G.), DOWSE (J. E.), 1982. — Migration in the macropterous form of the wingless grasshopper, *Phaulacridium vittatum* (Sjostedt) during an outbreak. *J. aust. ent. Soc.*, 21 : 307-308.
- GILLON (Y.), 1968. — Caractéristiques quantitatives du développement et de l'alimentation de *Rhabdoplea klaptoczi* (Karni 1915) (Orthoptera : Acrididae). *Ann. Univ. Abidjan*, 1 (E) : 101-112.
- GILLON (Y.), 1970. — Caractéristiques quantitatives du développement et de l'alimentation d'*Orthochthya brachycnemis* Karsch 1893 (Orthoptera : Acrididae). *La terre et la vie*, 24 : 425-448.
- GILLON (Y.), 1971. — The effect of bush fire on the principal acridid species of an Ivory Coast savanna. *Proc. annual Tall Timbers Fire Ecology Conference* : 419-471.
- GILLON (Y.), 1973. — Bilan énergétique de la population d'*Orthochthya brachycnemis* Karsch, principale espèce acridienne de la savane de Lamto. *Ann. Univ. Abidjan*, 6 (E) : 105-125.
- GILLON (Y.), 1974. — Reconnaissance des jeunes Acridiens de la mosaïque forêt-savane (Côte d'Ivoire). *Ann. Univ. Abidjan*, 7 (E) : 453-531.
- GILLON (Y.), 1983. — The invertebrates of the grass layer. — In Tropical savannas (F. Bourlière ed.). *Elsevier*, Amsterdam : 289-311.
- HARVEY (A. W.), 1981. — A reclassification of the *Schistocerca-americana* complex (Orthoptera : Acrididae). *Acrida*, 10 (2) : 280-298.
- HOLMES (N. D.), SMITH (D. S.), JOHNSTON (A.), 1979. — Effect of grazing by cattle on the abundance of grasshoppers on Fescue grassland. *J. Range Manage.*, 32 : 310-311.

- HUGUENY (B.), LOUVEAUX (A.), 1986. — Gradient d'aridité et variation latitudinale de caractéristiques du développement chez *Calliptamus barbarus* (Costa 1836) (Insecte Orthoptère, Acrididae). *Acta Oecologica gener.*, 7 (4) : 317-334.
- LAUNOIS (M.), 1979. — Manuel pratique d'identification des principaux Acridiens du Sahel. GERDAT/PRIFAS, *Min. Coop.*, Paris, 303 p.
- LAUNOIS (M.), 1984. — Introduction à l'étude des pullulations du criquet ravageur *Rhammatocerus pictus*, (Bruner, 1900) (Orthoptera, Acrididae, Gamphocerinae) au Mato grosso (Brésil). GERDAT/PRIFAS, EMBRAPA, Petrolina, 26 p.
- LAUNOIS (M.), 1986. — Les criquets menacent l'Afrique. *La Recherche*, 179 : 978-980.
- LECOQ (M.), 1978. — Biologie et dynamique d'un peuplement acridien de zone soudanienne en Afrique de l'Ouest (Orthoptera, Acrididae). *Ann. Soc. Entomol. Fr. (N. S.)*, 14 : 606-681.
- LESTIENNE (C.), 1986. — Et les criquets mangèrent l'Afrique. *Sciences et Avenir*, 474 : 53-57.
- LOUVEAUX (A.) et GILLON (Y.), 1986. — Pullulations d'Acridiens en France. *L'entomologiste*, 42 (5) : 283-287.
- LOUVEAUX (A.), PAYEN (D.), FABRY (M. H.), 1986. — Variabilité climatique et destabilisation démographique de *Calliptamus italicus* (L.) (Orthoptère : Acrididae). Colloque National du CNRS : « Biologie des populations », Lyon : 569-575.
- LOUVEAUX (A.), PEYRELONGUE (J. Y.), GILLON (Y.), 1988. — Action des facteurs proximaux sur la démographie du criquet italien (*Calliptamus italicus* (L.) : Orth. Acrididae). *C. R. Acad. Agriculture, France*.
- MESTRE (J.), 1988. — Les Acridiens de l'Afrique de l'Ouest. Min. coop., CIRAD/PRIFAS, Paris, 331 p.
- NICOLAS (G.) MORÈRE (J. L.), FARROW (R.), 1985. — Phénologie d'une population de *Phaulacridium vittatum* Sjost (Acrididae) en Nouvelles Galles du sud, Australie. Influence de la densité de population sur le polymorphisme phasaire. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 110 (4) : p 409-411.
- PASQUIER (R.), 1934. — Contribution à l'étude du criquet marocain *Dociostaurus maroccanus* Thunb. en Afrique mineure. *Bull. Société d'Histoire naturelle de l'Afrique du nord*, 25 : 167-200.
- ROFFEY (J.), POPOV (G. B.), 1968. — Environmental and behavioural processes in a Desert locust outbreak. *Nature*, 219 : 446-449.
- SHIYOMI (M.), MATSUMOTO (Y.), MATSUMOTO (T.), 1982. — Primarily consumption by grasshoppers in a native grazing pasture. *Bull. Natl. Grassl. Res. Inst.*, 23 : 24-40.
- SKAF (R. M.), 1972. — Le criquet marocain, *Dociostaurus maroccanus* Thunberg au Proche Orient et sa grégarisation sous l'influence de l'homme. Thèse Docteur Ingénieur, Université Paris VI, 182 p.
- UVAROV (B.), 1977. — Grasshoppers and locusts. Vol. 2. COPR, London, 613 p.
- ZOLOTAREVSKY (B.), 1947. — Quelques remarques sur l'invasion du criquet migrateur (*Locusta migratoria* L.) dans les landes de Gascogne. *Bull. semestriel de l'Office National Anti-acridien*, 4 : 35-43.